HRVATSKE CESTE - HRVATSKE AUTOCESTE

OPĆI TEHNIČKI UVJETI

ZA RADOVE NA CESTAMA

KNJIGA IV – BETONSKI RADOVI

ZAGREB, PROSINAC 2001

Izradio: Institut Građevinarstva Hrvatske, Zagreb, Janka Rakuše 1.

Koordinatori: Dr. sc. Petar Đukan, dipl.ing.građ.
Zdravko Tomljanović, dipl.ing.građ.

Redakcija: Dr. sc. Jovo Beslać, dipl.ing.građ.
Mr. sc. Stjepan Bezak, dipl.ing.građ.

Recenzija: Dr. sc. Velimir Ukrainczyk, dipl.ing.građ.

7. Betonski radovi:
Voditelj poglavlja: Dr. sc. Jovo Beslać, dipl.ing.građ.
Suradnici: Dr. sc. Marko Hranilović, dipl.ing.građ.
Željko Potočnjak, dipl.ing.građ.
Mr. sc. Petar Sesar, dipl.ing.građ.
Dinko Tvrtković, dipl.ing.stroj.
Branimir Palković, dipl.ing.kem.tehn.

7. POGLAVLJE

BETONSKI RADOVI

SADRŽAJ

7-00 UVJETI PROIZVODNJE BETONA I IZVEDBE BETONSKIH RADOVA ……. 7-1
7-00.0 UVOD ……... 7-1
7-00.0.1 Opći pojmovi u području građenja betonom ……. 7-2
7-00.0.2 Opći pojmovi i podjele betonskih građevina …….. 7-6
7-00.1 SVOJSTVA, PROIZVODNJA I POTVRĐIVANJE SUKLADNOSTI BETONA ……..……..... 7-7
7-00.1.1 Klase ……. 7-7
7-00.1.2 Zahtjevi za beton i postupci verifikacije ……. 7-10
7-00.1.3 Uvjeti kakvoće betona …… 7-23
7-00.1.4 Isporuka svježeg betona …… 7-25
7-00.1.5 Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti …… 7-28
7-00.1.6 Kontrola proizvodnje …… 7-36
7-00.1.7 Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti ……..…… 7-40
7-00.1.8 Označavanje projektiranog betona ……..……..… 7-43
7-00.2 UVJETI IZVEDBE BETONSKIH RADOVA ……..…… 7-44
7-00.2.1 Dokumentacija ……..…... 7-44
7-00.2.2 Skele i oplate ……..……..…... 7-45
7-00.2.3 Čelik za armiranje betona ……..……..…. 7-47
7-00.2.4 Prednapinjanje ……..…… 7-49
7-00.2.5 Betoniranje ……...…. 7-55
7-00.2.6 Izvedba s predgotovljenim i na gradilištu proizvedenim elementima ……..…….. 7-60
7-00.2.7 Geometrijske tolerancije ……..……..…..……..… 7-61
7-00.2.8 Nadzor ……..……..……...…… 7-71
7-00.2.9 Preuzimanje i obračun izvedenih betonskih radova ……..…… 7-83
7-01 IZVEDBA BETONSKIH RADOVA I GRAĐEVINA ……..…... 7-84
7-01.0 OPĆENITO ……..…. 7-84
7-01.0.1 Propusti i mostovi ……..…... 7-84
7-01.0.2 Prateće betonske građevine ……..….. 7-86
7-01.0.3 Betonski kolnik ……...……..…..7-87
7-01.1 PRIPREMNI RADOVI ……..……. 7-87
7-01.2 ZEMLJANI RADOVI ……..……..…… 7-87
7-01.3 IZVEDBA ŽMURJA, SKELA I OPLATA ……..……. 7-89
7-01.3.1 Konstrukcije od drveta ……..……..... 7-89
7-01.3.2 Konstrukcije od čelika ……..……..... 7-89
7-01.4 BETONSKI RADOVI ……..…… 7-90
7-01.4.1 Betoniranje temelja ……..……..... 7-91
7-01.4.2 Betoniranje pilota ……..……..... 7-91

7-01.4.3 Betoniranje stupova, masivnih zidova i svodova od nearmiranog betona 7-92
7-01.4.4 Ostali armiranobetonski dijelovi i konstrukcije 7-92
7-01.4.5 Mlazni beton 7-93
7-01.4.6 Beton armiran vlaknima 7-97
7-01.4.7 Beton visoke i vrlo visoke kakvoće 7-98
7-01.5 ČELIK ZA ARMIRANJE BETONA 7-99
7-01.6 PREDNAPINJANJE 7-99
7-01.7 LEŽAJEVI I DILATACIJSKE NAPRAVE 7-100
7-01.8 ODVODNJA KOLNIČKIH I HODNIČKIH POVRŠINA 7-100
7-01.9 HIDROIZOLACIJE 7-101
7-01.9.1 Jednoslojna hidroizolacija bitumenskim trakama 7-108
7-01.9.2 Dvoslojna hidroizolacija bitumenskim trakama 7-114
7-01.9.3 Hidroizolacija asfaltnim mastiksom 7-119
7-01.10 OGRADE 7-122
7-01.11 ZAVRŠNI I OSTALI RADOVI NA MOSTOVIMA 7-123
7-01.11.1 Rasvjeta 7-123
7-01.11.2 Portali ili nosači vertikalne signalizacije 7-123
7-01.11.3 Zaštitne mreže i ploče 7-124
7-01.11.4 Zaštita površina konstrukcije mosta iznad željezničkih pruga .. 7-124
7-01.11.5 Zaštita dijelova mosta u dodiru s vodotokom ili na križanju s prometnicom 7-124
7-01.11.6 Otvori za energetske vodove 7-124
7-01.11.7 Znak mosta 7-124
7-01.11.8 Ispitivanje mostova probnim opterećenjima 7-125
7-01.12 ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA ČELIČNIH DIJELOVA 7-125
7-02 BETONSKI KOLNIK 7-132
7-02.0 OPĆENITO 7-132
7-02.1 BETON BETONSKOG KOLNIKA 7-132
7-02.1.1 Sastavni materijali 7-132
7-02.1.2 Beton 7-132
7-02.2 DIMENZIONIRANJE BETONSKOG KOLNIKA 7-133
7-02.3 RAZDJELNICE 7-133
7-02.4 MOŽDANICI I SIDRA 7-134
7-02.5 ARMIRANJE 7-134
7-02.6 IZRADA 7-134
7-02.7 KONTROLA I POTVRĐIVANJE SUKLADNOSTI IZVEDENIH RADOVA 7-136
7-02.8 OBRAČUN RADOVA 7-136
7-03 ODRŽAVANJE I POPRAVCI BETONSKIH GRAĐEVINA 7-137
7-03.1 OPĆENITO 7-137
7-03.2 PROMATRANJE GRAĐEVINA I EVIDENTIRANJE STANJA 7-137
7-03.3 OPTIMALNI UVJETI SANACIJE NEISPRAVNOSTI 7-138
7-03.3.1 Priprema podloge 7-138
7-03.3.2 Osnovni postupci sanacije 7-140
7-03.3.3 Posebni uvjeti popravka karakterističnih oštećenja 7-143
7-04 NORME I TEHNIČKI PROPISI 7-145

7. POGLAVLJE

BETONSKI RADOVI

7-00 UVJETI PROIZVODNJE BETONA I IZVEDBE BETONSKIH RADOVA

7-00.0 UVOD

U ovom 7. poglavlju OTU propisuju se minimalni zahtjevi kakvoće za materijale, proizvode i radove koji se koriste kod izvođenja betonskih radova. OTU su pisani na način da su dio ugovora, a da se uvjeti koji se odnose na posebne radove uključe u ugovor kao Posebni tehnički uvjeti (PTU).

Ovi Opći tehnički uvjeti za betonske radove na cestama (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti ili OTU) sadrže tehničke uvjete (mjere i normative) svojstava i kontrole osiguranja kakvoće proizvodnje betona te izvođenja i održavanja betonskih i armiranobetonskih konstrukcija, uključujući i ocjene kakvoće i obračun radova.

Vrijede za sve betonske radove na cestama predviđene projektnim troškovnicima i za radove koji se naknadno pojave na gradilištu a potrebni su za potpuno dovršenje ugovorenih radova. Za pojedine betonske radove mogu se izraditi i posebni, stroži uvjeti, kojima se utvrđuju dodatni zahtjevi na kakvoću takvih građevina.

Izrađeni su prema dostupnim europskim normama (EN), važećim hrvatskim normama (HRN) i normama na koje se te norme pozivaju. Usklađeni su s važećim hrvatskim propisima i obvezni u primjeni za sve radove na hrvatskim cestama.

Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti izrađeni u skladu s normama i tehničkim propisima navedenim u projektnoj dokumentaciji. Ako nije navedena niti jedna norma obvezna je primjena odgovarajućih EN (europska norma). Ako se u međuvremenu neka norma ili propis stavi van snage, važit će zamjenjujuća norma ili propis.

Izvođač može predložiti primjenu priznatih tehničkih pravila (normi) neke inozemne normizacijske ustanove (ISO, EN, DIN, ASTM, ...) uz uvjet pisanog obrazloženja i odobrenja nadzornog inženjera. Tu promjenu nadzorni inženjer odobrava uz suglasnost projektanta. Izvođač je dužan promjenu unijeti u izvedbeni projekt.

Ovi se Opći tehnički uvjeti primjenjuju na beton ugrađen u konstrukcije na gradilištu (monolitne), predgotovljene konstrukcije ili predgotovljene konstrukcijske elemente i na njihovu izvedbu.

Beton može biti proizveden na gradilištu, u centralnoj betonari (tvornici betona) ili u pogonu za proizvodnju predgotovljenih elemenata.

Opći tehnički uvjeti uvjetuju potrebe za:

- sastavne materijale betona,
- svojstva svježeg i očvrslog betona i njihovo provjeravanje,
- ograničenja u sastavu betona,
- uvjete kakvoće betona,
- isporuku svježeg betona,
- postupak kontrole kakvoće proizvodnje betona,

- kriterije sukladnosti i vrednovanje sukladnosti,
- uvjete kakvoće skela i oplata,
- uvjete kakvoće čelika za armiranje betona,
- uvjete kakvoće materijala za prednapinjanje,
- uvjete kakvoće izvedbe betonskih i armiranobetonskih građevina,
- uvjete zaštite ugrađenog betona,
- nadzor nad izvedbom betonskih građevina,
- postupke i aktivnosti potrebne u slučaju nesukladnosti upotrijebljenih građevnih proizvoda ili izvedenih betonskih radova,
- opće uvjete održavanja betonskih građevina u uporabi i nužnih popravaka oštećenja nastalih tijekom uporabe.

Primjenjuju se samo na gusti beton, zbijen tako da u njemu ne zaostaje značajnija količina zarobljenog zraka, izuzimajući zračne mikropore uvučene u beton aeriranjem. Primjenjuju se na obični beton, lagani beton i teški beton ugrađen u betonske građevine i betonski kolnik.
U betonske građevine ubrajaju se:

- propusti i mostovi i
- prateće građevine.

7-00.0.1 Opći pojmovi i definicije u području građenja betonom

Definicije općih pojmova za radove na cestama dane su u poglavlju 0 (Opći pojmovi) knjige I Tehničkih uvjeta. U ovom poglavlju ove knjige Tehničkih uvjeta daju se definicije, oznake i kratice u području betonskih radova i betonskih građevina.

Beton: materijal dobiven miješanjem cementa, krupnog i finog agregata i vode s kemijskim i mineralnim dodacima, ili bez njih, koji razvija svoja svojstva hidratacijom cementa.

Svježi beton: potpuno izmiješani beton prikladan za transport, ugradbu i zbijanje odabranim postupkom.

Očvrsli beton: beton u krutom stanju koji je razvio određenu čvrstoću.

Beton proizveden na gradilištu: beton koji je korisnik proizveo na gradilištu za vlastitu uporabu.

Tvornički proizvedeni beton: beton koji je u svježem stanju isporučila osoba ili netko tko nije korisnik. Tvornički proizveden beton u smislu ovih Tehničkih uvjeta je i:

- beton koji je proizveo korisnik izvan gradilišta,
- beton proizveden na gradilištu ali ga nije proizveo korisnik.

Predgotovljeni betonski element: betonski proizvod izbetoniran i njegovan na mjestu izvan konačne uporabe.

Normalno teški (obični) beton: beton koji ima vlastitu gustoću u osušenom stanju veću od 2.000 kg/m^3 ali ne veću od 2.6000 kg/m^3.

Lagani beton: beton koji ima gustoću u osušenom stanju veću od 800 kg/m^3 i ne veću od 2.000 kg/m^3.

Teški beton: beton koji ima gustoću u osušenom stanju veću od 2.600 kg/m^3.

Beton visoke čvrstoće: beton klase tlačne čvrstoće veće od C50/60 za obični i teški beton i LC50/55 za lagani beton.

Projektirani beton: beton čija su zahtijevana svojstva uvjetovana proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona uvjetovanih i dodatnih svojstava.

Beton uvjetovanog sastava: beton čiji su sastav i sastavni materijali koji će se rabiti uvjetovani proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona uvjetovanog sastava.

Normirani beton uvjetovanog sastava: beton čiji je sastav dan u važećoj normi.

Familija betona: grupa sastava betona kojima je utvrđena i dokumentirana korelacija između relevantnih svojstava.

Kubični metar betona: količina svježeg betona koja zbijena u skladu s postupkom danim u HRN EN 12350-6 zauzima volumen od jednog kubičnog metra.

Automiješalica (mikser): miješalica za beton na pokretnom postolju sposobna za proizvodnju i isporuku homogeno izmiješanog betona.

Agitirajuća oprema: stroj na pokretnom postolju sposoban za održavanje izmiješanog betona u intenzivno izmiješanom i homogenom stanju tijekom transporta.

Neagitirajuća oprema: kamion kiper ili druga oprema, što se primjenjuje za transport betona bez agitiranja.

Mješavina: količina betona izmiješana u jednom ciklusu operacija miješalice ili količina isporučena tijekom jedne minute iz kontinuirane miješalice.

Šarža: količina betona koja se transportira u vozilu koje sadrži jednu ili više mješavina.

Isporuka: proizvođačev postupak primopredaje svježeg betona.

Kemijski dodatak: materijal dodan za vrijeme miješanja betona u malim količinama u postotku na masu cementa, radi modificiranja svojstava svježeg ili očvrslog betona.

Mineralni dodaci: fino usitnjeni materijali koji se mogu dodati betonu radi poboljšanja nekih svojstava ili za dobivanje posebnih svojstava. Dva su tipa mineralnih dodataka:

- gotovo inertni mineralni dodaci (tip I),
- pucolanski ili latentno hidraulički mineralni dodaci (tip II).

Agregat: granulirani mineralni materijal pogodan za korištenje u betonu. Agregat može biti prirodni, umjetni ili recikliran od materijala prethodno upotrijebljenih u građenju.

Normalno teški (obični) agregat: agregat gustoće čestica u osušenom stanju između 2.000 kg/m^3 i 3.000 kg/m^3, utvrđene prema EN 1097-6.

Lagani agregat: agregat mineralnog porijekla koji ima gustoću čestica u osušenom stanju utvrđenu prema EN 1097-6 manju od 2.000 kg/m^3 ili nasipnu gustoću u osušenom stanju utvrđenu prema EN 1097-3 manju od 1.200 kg/m^3.

Teški agregat: agregat gustoće čestica u osušenom stanju veće od 3.000 kg/m^3, utvrđene prema EN 1097-6.

Cement (hidrauličko vezivo): fino mljeveni anorganski materijal, koji pomiješan s vodom oblikuje pastu koja veže i očvršćuje uz pomoć reakcija i procesa hidratacije, čak i pod vodom, i nakon očvršćivanja zadržava čvrstoću i stabilnost.

Ukupna količina vode: dodana voda plus voda koju već sadrži agregat i koja je na površini agregata plus voda u kemijskim i u mineralnim dodacima koji se dodaju u obliku mulja i plus voda nastala topljenjem dodanog leda ili zaparivanjem.

Efektivna količina vode: razlika između ukupne količine vode prisutne u svježem betonu i vode koju apsorbira agregat.

V/c omjer: omjer između mase efektivne količine vode i mase cementa u svježem betonu.

Karakteristična čvrstoća: vrijednost čvrstoće ispod koje se očekuje da će biti do 5% rezultata svih mogućih ispitivanja volumena betona u razmatranju.

Uvučeni zrak: mikroskopski zračni mjehurići namjerno uvučeni u beton tijekom miješanja, obično uporabom površinski aktivnih tvari, promjera tipično između 10 mikrona i 300 mikrona i loptastog ili približno loptastog oblika.

Zarobljeni zrak: makropore u betonu koje nisu namjerno uvučene.

Gradilište: mjesto građenja.

Uvjetovana svojstva (specifikacije) ili tehnički uvjeti: konačni zbroj dokumentiranih tehničkih odredbi danih proizvođaču u obliku svojstava ili sastava.

Uvjetovatelj (specifikator): osoba ili tijelo odgovorno za uvjetovana (specificirana) svojstva betona.

Proizvođač: osoba ili tijelo koje proizvodi svježi beton.

Korisnik: osoba ili tijelo koje koristi svježi beton u izvedbi konstrukcija ili elemenata.

Radni vijek: razdoblje tijekom kojega će se svojstva betona u konstrukciji održavati na razini kompatibilnoj s ispunjenjem uvjetovanih svojstava konstrukcije uz osiguranje ispravnog održavanja.

Početno (prethodno) ispitivanje: ispitivanje ili ispitivanja prije početka proizvodnje radi provjere kako će novi beton ili nova familija betona biti sastavljeni da bi zadovoljili sva uvjetovana svojstva u svježem i očvrslom stanju.

Identifikacijsko (kontrolno) ispitivanje: ispitivanje radi provjere dali odabrane mješavine ili šarže betona po uvjetovanim svojstvima pripadaju sukladnoj populaciji.

Ispitivanje sukladnosti: ispitivanje koje provodi proizvođač radi utvrđivanja sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima.

Vrednovanje (procjenjivanje) sukladnosti: sustavno istraživanje u kojoj mjeri proizvod zadovoljava uvjetovana svojstva.

Djelovanje okoline: ona biološka, kemijska i fizikalna djelovanja kojima će beton biti izložen i čiji utjecaji rezultiraju posljedicama na beton ili armaturu ili ugrađeni metal koja nisu razmatrana kao opterećenje u projektu konstrukcije.

Verifikacija: potvrđivanje ispitivanjem objektivnih dokaza da su uvjetovani zahtjevi ispunjeni.

Dopušteno odstupanje: dopuštena algebarska razlika između granične veličine i odgovarajuće referentne veličine (vidi ISO 1803/1: Građenje - Tolerancije - Rječnik - dio 1: Opći pojmovi).

Predgotovljeni element: betonski element sukladan normi proizvoda, ugrađen i njegovan na mjestu izvan mjesta konačne uporabe.

Tehničko dopuštenje: dokument koji izdaje ovlaštena pravna osoba, a kojim se potvrđuje uporabljivost građevnih proizvoda za koje nisu donijeti tehnički propisi ili koji odstupaju od važećih propisa.

Certifikat (potvrda sukladnosti): dokument koji izdaje ovlaštena pravna osoba, a kojim se potvrđuje sukladnost građevnog proizvoda s važećim propisom (normom).

Certifikacijski (potvrdbeni) znak sukladnosti: propisani znak koji otisnut na pakovanje ili otpremni dokument građevnog proizvoda označava njegovu sukladnost s važećim propisom (normom).

Projektne specifikacije: dokumenti koji sadrže tehničke podatke i zahtjeve za pojedine projekte, pripremljeni da prate i potvrđuju uvjete odgovarajućih normi.

Referentna linija: linija utvrđena u projektnim specifikacijama na koju se veličina odnosi.

Sekundarna linija: svaka linija upotrijebljena u svrhu postavljanja predložene građevine za provjeru sukladnosti građevine ili dijelova građevine (vidi ISO 4463-1:1998: Mjerni postupci za dijelove građevine. Mjerenje - Dio 1: planiranje i organiziranje postupka mjerenja, kriteriji prihvaćanja).

Površinska obrada: opis izgleda površine betona uključujući aspekte geometrije, teksture, boje i sl.

Privremena građevina: građevina projektirana za kratko vrijeme korištenja prema tablici 2.1 ENV 1991-1.

Tolerancija: dopušteno odstupanje veličine (vidi ISO 1803/1. Građenje - Tolerancije - Rječnik - dio 1: Opći pojmovi).

Tolerancije predgotovljenih elemenata dijele se kako slijedi:

- proizvodne tolerancije, tj. geometrijske tolerancije kako su utvrđene normom proizvoda,
- izvedbene tolerancije, tj. geometrijske tolerancije vezane uz lokaciju, vertikalnost, horizontalnost ili druge karakteristike građevinskog sklopa,
- konstrukcijske tolerancije, tj. geometrijske tolerancije kombinirane od proizvodnih, gradilišno konstrukcijskih i izvedbenih.

Normalne tolerancije: osnovne granice geometrijskih odstupanja koje osiguravaju da konstrukcija:

- zadovolji projektne pretpostavke,
- dobije druge funkcionalne potrebe građenja (ovdje su to tolerancije klase 1).

Specijalne tolerancije: tolerancije strože od normalnih.

Oznake i kratice

X0	klasa izloženosti bez rizika korozijskog djelovanja
XC	klase izloženosti koroziji uzrokovanoj karbonatizacijom
XD	klase izloženosti koroziji uzrokovanoj kloridima koji nisu iz morske vode
XS	klase izloženosti koroziji uzrokovanoj kloridima iz morske vode
XF	klase izloženosti smrzavanju i odmrzavanju
XA	klase izloženosti kemijskoj koroziji
S1 do S5	klase konzistencije slijeganjem
V0 do V4	klase konzistencije vebe postupkom
C0 do C3	klase konzistencije stupnjem zbijenosti
F1 do F6	klase konzistencije rasprostiranjem
C.../...	klase tlačne čvrstoće običnog i teškog betona
LC.../...	klase tlačne čvrstoće laganog betona
$f_{ck,valj}$	karakteristična tlačna čvrstoća betona utvrđena na valjcima
$f_{c,valj}$	tlačna čvrstoća betona utvrđena na valjcima
$f_{ck,koc}$	karakteristična tlačna čvrstoća utvrđena na kockama
$f_{c,koc}$	tlačna čvrstoća betona utvrđena na kockama
f_{cm}	srednja (prosječna) tlačna čvrstoća betona
f_{cmj}	srednja tlačna čvrstoća betona starosti (j) dana
f_{ci}	pojedinačni rezultat ispitivanja tlačne čvrstoće betona
f_{tk}	karakteristična vlana čvrstoća betona cijepanjem
f_{tm}	srednja vlačna čvrstoća betona cijepanjem
f_{ti}	pojedinačni rezultat ispitivanja vlačne čvrstoće betona cijepanjem
D	klasa gustoće laganog betona
D_{max}	maksimalna veličina zrna agregata
CEM	oznaka tipa cementa prema EN 197-1
S	standardna devijacija izračunana iz najmanje 35 sukcesivnih rezultata ispitivanja
S_{15}	standardna devijacija izračunana iz najmanje 15 sukcesivnih rezultata ispitivanja
AQL	prihvatljiva razina kakvoće (vidi ISO 2859-1)
v/c	vodocementni omjer
k-vrij	faktor uzimanja u račun aktivnosti mineralnih dodataka tipa II betonu
e	interval verifikacijske ljestvice opreme za mjerenje težine
m	teret utvrđen vaganjem težine (mase)
n	broj
T	temperatura
l (L)	duljina
h	visina
t	debljina
Δ	dopušteno geometrijsko odstupanje (tolerancija).

7-00.0.2 Opći pojmovi i podjele betonskih građevina

Propusti i mostovi

Propusti su nosive konstrukcije otvora ili raspona do 10 m, a **mostovi** otvora ili raspona većega od 10 m. Prema svrsi, prometu i položaju mogu biti:

- cestovni,
- željeznički,
- pješački,
- akvadukti (propusti i mostovi za vodovode i kanale),
- vijadukti,

- nadvožnjaci,
- podvožnjaci.

Prateće betonske građevine

Prateće betonske građevine na cestama jesu:
- građevine odvodnje i zaštite okoline,
- građevine koje služe upotrebi cesta (naplatne rampe, upravni centri i slično),
- građevine za održavanje cesta,
- uslužne građevine (odmorišta, benzinske postaje, servisne radionice, moteli i slično).

Betonski kolnik

Betonska kolnička konstrukcija može biti izrađena od nearmiranog betona, armiranog betona, kontinuirano armiranog betona, prednapetog betona, valjanog betona i predgotovljenih elemenata.

7-00.1 SVOJSTVA, PROIZVODNJA I POTVRĐIVANJE SUKLADNOSTI BETONA

7-00.1.1 Klase

Klase izloženosti djelovanju okoline

Djelovanje okoline na betonsku građevinu utvrđuje se glavnim projektom građevine prema stvarnim uvjetima uporabe građevine i klasira najpodudarnijom klasom izloženosti predočenom u tablici 1 EN 206. S obzirom na stvarne uvjete uporabe (agresivnost okoline), moguć je izbor jedne od slijedećih klasa:

Kad nema rizika korozije

X0 za nearmirani beton u okolini bez smrzavanja, abrazije ili kemijskog djelovanja i za armirani beton u vrlo suhim uvjetima uporabe.

Korozija uvjetovana karbonatizacijom

XC1 suha ili stalno vlažna okolina
XC2 vlažna, rijetko suha okolina
XC3 umjereno vlažna okolina
XC4 izmjenično vlažna i suha okolina

Korozija uvjetovana kloridima koji nisu iz mora

XD1 umjereno vlažna okolina
XD2 vlažna, rijetko suha okolina
XD3 izmjenično vlažna i suha okolina

U klasu XD1 treba svrstavati površine armiranog betona izložene kloridima iz zraka, u XD2 površine armiranog betone izložene otpadnim vodama iz industrija koje sadrže kloride, a u XD3 površine armiranog betona mostova izložene neposrednom djelovanju (prskanju) kloridima (solima za otapanje).

Korozija uvjetovana kloridima iz mora

XS1 okolina uz more izložena solima iz zraka

XS2 okolina stalnog djelovanja mora (dijelovi armiranobetonske konstrukcije u moru)
XS3 zona plime i oseke i zona zapljuskivanja valovima

Djelovanje smrzavanja i odmrzavanja sa ili bez soli za odmrzavanje

XF1 umjerena zasićenost vodom bez soli za odmrzavanje
XF2 umjerena zasićenost vodom sa solima za odmrzavanje
XF3 visoka zasićenost vodom bez soli za odmrzavanje
XF4 visoka zasićenost vodom sa solima za odmrzavanje

U klasu XF1 treba svrstavati vertikalne površine betona izložene atmosferilijama, u XF2 vertikalne površine betona prometnih građevina izložene smrzavanju i solima za odmrzavanje iz zraka, u klasu XF3 horizontalne površine betona izložene kiši i smrzavanju i u klasu XF4 betonske površine izložene neposrednom djelovanju smrzavanja i soli za odmrzavanje kao što su npr. prometne kolničke površine i zone plime i oseke i zapljuskivanja valovima izložene i smrzavanju.

Kemijsko djelovanje

XA1 lagano kemijsko djelovanje
XA2 umjereno kemijsko djelovanje
XA3 jako kemijsko djelovanje

Klasu kemijske agresivnosti treba utvrđivati prema stvarno utvrđenoj prisutnosti kemijski agresivnih tvari u vodi ili tlu u dodiru s betonom građevine i graničnim vrijednostima količina agresivnih tvari navedenim u tablici 2. EN 206.

Ako je beton pri uporabi izložen više nego jednoj danoj klasi izloženosti uvjete i klase djelovanja okoline kao i mjere zaštite betona treba kombinirati.

Svježi beton

Klase konzistencije

Konzistenciju betona treba ovisno o odabranom postupku ispitivanja klasirati prema tablicama 7-00.1.1-1, 7-00.1.1-2, 7-00.1.1-3 ili 7-00.1.1-4.

Različite klase konzistencije u tablicama 7-00.1.1-1 do 7-00.1.1-4 nisu u korelaciji.

Za betone zemljano vlažne konzistencije, kakav je npr. valjani beton koji se zbija tehnologijom zbijanja zemljanih materijala, konzistencija nije klasirana.

Tablica 7-00.1.1-1 Klase slijeganjem (slump)

Klasa	Slijeganje u mm
S1	10 d0 40
S2	50 do 90
S3	100 do 150
S4	160 do 210
S5[1]	≥ 220

[1)] vidi 7-00.1.2

Tablica 7-00.1.1-2 Vebe klase

Klasa	Vebe-sekunda (s)
V0[1]	≥ 31
V1	30 do 21
V2	20 do 11
V3	10 do 6
V4[1]	5 do 3

Tablica 7-00.1.1-3 Klase zbijanjem

Klasa	Stupanj zbijenosti
C0[1]	≥ 1,46
C1	1,45 do 1,26
C2	1,25 do 1,11
C3	1,10 do 1,04

Tablica 7-00.1.1-4 Klase rasprostiranjem

Klasa	Promjer rasprostiranja u mm
F1[1]	≤ 340
F2	350 d0 410
F3	420 do 480
F4	490 do 550
F5	560 do 620
F6[1]	≥ 630

Klase prema maksimalnom zrnu agregata

Kad se beton klasira prema maksimalnom zrnu agregata, za klasiranje treba uzeti gornju veličinu krupne frakcije agregata (D_{max}) prema EN 12620.

Očvrsli beton

Klase (marke) tlačne čvrstoće betona

Kad se beton klasira prema tlačnoj čvrstoći, primjenjuje se tablica 7-00.1.1-5 za obični i teški beton i tablica 7-00.1.1-6 za lagani beton. $f_{ck,valj}$ je tražena karakteristična tlačna čvrstoća valjaka dimenzija 150x300 mm starosti 28 dana i $f_{ck,koc}$ tražena karakteristična tlačna čvrstoća kocke brida 150 mm starosti 28 dana.

Tablica 7-00.1.1-5 Klase tlačne čvrstoće običnog i teškog betona

Klasa čvrstoće	$f_{ck,valj}$ N/mm^2	$f_{ck,koc}$ N/mm^2
C 8/10	8	10
C 12/15	12	15
C 16/20	16	20
C 20/25	20	25
C 25/30	25	30
C 30/37	30	37
C 35/45	35	45
C 40/50	40	50
C 45/55	45	55
C 50/60	50	60
C 55/67	55	67
C 60/75	60	75
C 70/85	70	85
C 80/95	80	95
C 90/105	90	105
C 100/115	100	115

Tablica 7-00.1.1-6 Klase tlačne čvrstoće laganog betona

Klasa čvrstoće	$f_{ck,valj}$ N/mm^2	$f_{ck,koc}$ N/mm^2
LC 8/9	8	9
LC 12/13	12	13
LC 16/18	16	18
LC 20/22	20	22
LC 25/28	25	28
LC 30/33	30	33
LC 35/38	35	38
LC 40/44	40	44
LC 45/50	45	50
LC 50/55	50	55
LC 55/60	55	60
LC 60/66	60	66
LC 70/77	70	77
LC 80/88	80	88

7-00.1.2 Zahtjevi za beton i postupci verifikacije

Zahtjevi za sastavne materijale

Sastavni materijali ne smiju sadržavati štetne primjese u količinama koje mogu biti opasne za trajnost betona ili uzrokovati koroziju armature. Moraju biti pogodni za namjeravano korištenje betona.

Samo osnovne sastojke utvrđene uporabivosti za uvjetovanu primjenu treba koristiti u betonu sukladnom EN 206.

Kad ne postoji hrvatska norma za određeni sastavni materijal koja se odnosi posebno na korištenje toga sastavnog materijala u betonu sukladnom EN 206 ili kada materijal značajno odstupa od važeće hrvatske norme, uporabivost mu se može utvrditi tehničkim dopuštenjem koje se posebno odnosi na uporabu sastavnog materijala u betonu sukladnom EN 206, a izdaje ga nadležno ministarstvo ili tijelo koje to ministarstvo ovlasti.

Cement

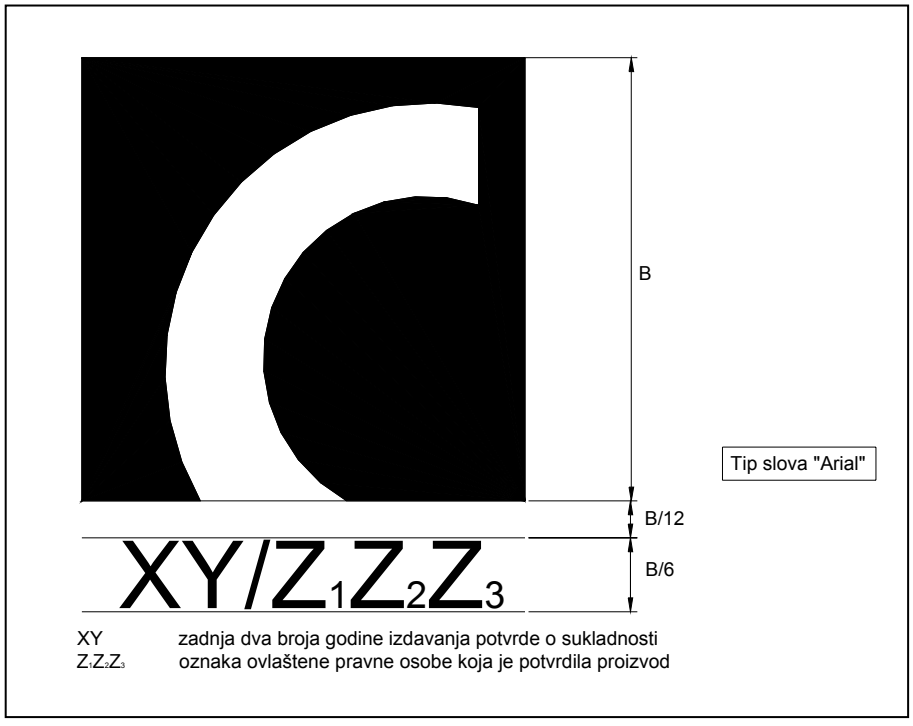
Za izradu betona mogu se rabiti cementi propisani normom EN 197, koja u za sada dostupnom dijelu 1 uvjetuje sastav, svojstva i kriterije sukladnosti običnog cementa.
Od ostalih vrsta cementa mogu se rabiti oni cementi za koje se objave odgovarajući ostali dijelovi EN 197 ili za njih u nedostaku tih dijelova postoje odgovarajuće još uvijek važeće HRN ili tehnička dopuštenja nadležnog državnog ministarstva.

Smiju se rabiti samo oni cementi koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima odgovarajuće važeće norme, izdane po ovlaštenoj hrvatskoj instituciji.

Dokaz potvrđene sukladnosti je potvrdbeni (certifikacijski) znak, čiji je (slika 7-00.1.2-1) izgled i način upotrebe propisao Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo Pravilnikom o izgledu i uporabi potvrdbenog (certifikacijskog) znaka (NN 88/1998). Znak mora biti otisnut na pakovanje u kojem se cement otprema ili na otpremni dokument ako se otprema cisternama.

Uvozni cementi moraju zadovoljavati uvjete propisane odgovarajućim hrvatskim normama i ove tehničke uvjete i moraju biti na propisani način certificirani.

Cement i u vrećama i cisternama treba transportirati i skladištiti na način i u uvjetima koji ne utječu negativno na njegovu kakvoću.



Slika 7-00.1.2-1 Izgled potvrdbenog (certifikacijskog) znaka

Treba ga skladištiti posebno po vrstama i klasama i rabiti prema redoslijedu primitka na betonari. Cementi iste vrste i klase različitih proizvođača smiju se skladištiti u istom silosu samo ako se prethodno dokaže da njihovo miješanje ne djeluje negativno na svojstva i ujednačenost kakvoće betona.

Ne smije se rabiti cement koji je na betonari uskladišten duže od 3 mjeseca, ako ispitivanjima osnovnih svojstava nije potvrđeno da mu kakvoća odgovara propisanim uvjetima.

Cijena cementa, ako nije drugačije određeno, ulazi u jediničnu cijenu betona i ne zaračunava se zasebno.

Agregat

Za izradu betona može se upotrebljavati obični i teški agregat propisan normom EN 12620 i lagani agregat propisan normom EN 13055.

Budući da su svojstva agregata i učestalost kontrolnih ispitivanja u navedenim normama, ovisno o namjeni, uvjetovani klasama (kategorijama) kvalitete, za betonske radove na cestama smije se rabiti samo agregat čija svojstva zadovoljavaju uvjete najmanje za drugu klasu kakvoće.

Agregat pri spravljanju betona mora biti razdvojen u najmanje 3 frakcije.

Prirodno granulirani agregat smije se rabiti samo za izradu valjanog betona, podložnih betona i betona ispune uvjetovane klase C 8/10.

Smije se rabiti samo agregat koji ima potvrdu sukladnosti s uvjetima navedenih normi, koju izdaje ovlaštena hrvatska institucija.

Dokaz potvrđene sukladnosti je potvrdbeni (certifikacijski) znak, čiji je (slika 7-00.1.2-1) izgled i način uporabe propisao Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo Pravilnikom o izgledu i uporabi potvrdbenog (certifikacijskog) znaka (NN 88/1998). Znak mora biti otisnut na otpremni dokument koji se uz isporučeni agregat dostavlja kupcu.

Uporabljivost recikliranog agregata, koji se dobiva preradom prethodno rabljenog anorganskog materijala, a za koji zahtjevi nisu još uključeni u normu EN 206, treba utvrđivati prema uvjetima iz potpoglavlja 7-00.1.2 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Frakcije agregata moraju se transportirati i skladištiti odvojeno, tako da se ne prljaju, ne predrobljuju i ne segregiraju.

Podloga odlagališta agregata treba biti izvedena u dovoljnom nagibu za odvodnju vode koja se procjeđuje iz agregata.

Na istom mjestu smije se odlagati samo agregat iste nazivne frakcije iz istog izvora, a iste nazivne frakcije iz različitih izvora samo ako je prethodno dokazano da imaju ista ili dovoljno slična svojstva koja ne uzrokuju promjenu količine doziranja u betonu.
Cijena agregata, ako nije drugačije određeno, ulazi u jediničnu cijenu betona i ne zaračunava se zasebno.

Voda za spravljanje betona

Voda za spravljanje betona treba zadovoljavati uvjete norme HRN EN-1008.

Pouzdano pitka voda (iz gradskih vodovoda) može se rabiti bez potrebe prethodne provjere uporabljivosti.

Vodu koja se ne koristi za piće, a koristi se za izradu betona na osnovi provedenih ispitivanja, treba kontrolirati najmanje jednom u tri mjeseca.

Cijena vode za spravljanje betona, ako nije drugačije određeno, ulazi u jediničnu cijenu betona i ne zaračunava se zasebno.

Kemijski dodaci

Mogu se rabiti kemijski dodaci koji zadovoljavaju uvjete norme HRN EN 934.

Smiju se rabiti samo oni kemijski dodaci koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima navedene norme koju je izdala ovlaštena hrvatska institucija.

Kemijski dodaci koji nisu uvjetovani navedenom normom mogu se rabiti samo uz odgovarajuće tehničko dopuštenje nadležnog ministarstva ili institucije koju to ministarstvo ovlasti.

Dokaz potvrđene sukladnosti je potvrdbeni (certifikacijski) znak (slika 7-00.1.2-1), čiji je izgled i način uporabe propisao Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo Pravilnikom o izgledu i načinu uporabe potvrdbenog (certifikacijskog) znaka (NN 88/1998).

Svaka isporuka dodatka na betonaru mora imati na pakovanju otisnut certifikacijski znak, kopiju certifikata s izvještajem o rezultatima provedenih ispitivanja i deklaraciju s uputama o primjeni. Upute moraju sadržavati sve potrebne podatke o dodatku, granice doziranja, vrste cementa koji se mogu pritom rabiti, način skladištenja i doziranja, te rok trajnosti do uporabe.
Uporabljivost i učinkovitost svake isporuke kemijskog dodatka treba prije uporabe prema važećim propisima provjeriti u konkretnim uvjetima.

Skladištenje i primjenu kemijskih dodataka treba provoditi prema uputama proizvođača.

Cijena kemijskih dodataka betonu, ako nije drugačije određeno, ulazi u jediničnu cijenu betona i ne zaračunava se zasebno.

Mineralni dodaci

Pod uvodno definiranim pojmom mineralnih dodataka razlikuju se:
- gotovo inertni mineralni dodaci (tip I),
- pucolanski ili latentno hidraulični mineralni dodaci (tip II).

Od mineralnih dodataka tipa I mogu se rabiti:
- fileri koji zadovoljavaju uvjete norme EN 12620,
- pigmenti koji zadovoljavaju uvjete norme HRN EN 12878.

Od mineralnih dodataka tipa II mogu se rabiti:
- lebdeći pepeo koji zadovoljava uvjete norme HRN EN 450,
- silikatna prašina koja zadovoljava uvjete norme HRN EN 13263.

Ostali mineralni dodaci mogu se rabiti samo ako zadovoljavaju uvjete odgovarajuće hrvatske norme ili tehničkog dopuštenja izdanog od nadležnog ministarstva ili institucije koju je to ministarstvo ovlastilo.

Dokaz uporabljivosti mineralnog dodatka jest potvrđena sukladnost s odgovarajućom normom koju je izdala ovlaštena institucija i certifikacijski znak otisnut na pakovanje ili otpremni dokument.

Zahtjevi za sastav betona

Beton može biti uvjetovan kao:
- projektirani (svojstvima),
- uvjetovani sastavom,
- normirani sastavom (uvjetovan normom).

Projektirani beton je uvjetovan svojstvima svježeg i očvrslog betona, uvjetovani sastavom je uvjetovan sastavom koji uvjetuje naručitelj i normirani sastavom utvrđenim odgovarajućom normom.

Sastav betona i sastavne materijale za projektirani beton i beton uvjetovan sastavom treba odabrati (vidi 7-00.1.3) tako da zadovoljavaju svojstva uvjetovana za svježi i očvrsli beton, uključivo konzistenciju, gustoću, čvrstoću, trajnost, zaštitu ugrađenog čelika od korozije, uzimajući u obzir proizvodni proces i odabrani postupak izvedbe betonskih radova koji uključuju transport, ugradnju, zbijanje, njegovanje i moguće druge tretmane ili obrade ugrađenog betona.

Kada nisu pobliže uvjetovani, proizvođač treba odabrati tipove i klase sastavnih materijala između onih utvrđene uporabljivosti za uvjetovane uvjete okoline.

Beton treba projektirati tako da se minimalizira segregacija i izdvajanje vode iz svježeg betona ako nije drugačije uvjetovano.

Uvjetovani sastav projektiranog betona projektira se (utvrđuje) prethodnim ili početnim ispitivanjima čiji rezultati moraju zadovoljiti sva svojstva svježeg i očvrsnulog betona uvjetovana prema uvjetima uporabe građevine kojoj je namijenjen. Ako proizvođač ili uvjetovatelj sastava betona posjeduje odgovarajući projekt betona izrađen na osnovi već prije provedenih prethodnih (početnih) ispitivanja ili dugogodišnjeg pozitivnog iskustva, može se to smatrati prethodnim ili početnim ispitivanjem.

Za početna ispitivanja projektiranog betona odgovoran je proizvođač, uvjetovatelj za beton uvjetovan sastavom i normizacijsko tijelo za normirani beton.

Prethodna ispitivanja treba provesti prije uporabe novog betona, što znači betona uvjetovanih novih svojstava ili nove familije betona i ponoviti ga kad se pojave značajne promjene u sastavnim materijalima ili uvjetovanim svojstvima.

Prethodno ispitivanje treba provesti na svježem betonu temperature od 15°C do 22°C. Ako bi se beton ugrađivao na gradilištu pri vrlo različitim temperaturnim uvjetima ili ako bi se primjenjivala toplinska obrada, treba o tome informirati proizvođača kako bi procijenio utjecaj uvjeta betoniranja na svojstva betona i poduzeo potrebna dodatna ispitivanja i mjere osiguranja uvjetovanih svojstava.

Za početno ispitivanje pojedinog betona treba ispitati po tri uzorka iz svake od tri mješavine, a za početno ispitivanje familije betona broj pojedinih betona koji se ispituju treba obuhvatiti sastave betona cijelog područja familije. U ovom drugom slučaju se broj pojedinih mješavina koje se ispituje može reducirati na jednu.

Čvrstoća ili drugo uvjetovano svojstvo mješavine je srednja vrijednost pojedinih rezultata ispitivanja, a rezultat početnih ispitivanja je srednja vrijednost rezultata svih mješavina.
U izvještaj uz ostalo treba upisati i vrijeme između miješanja betona i ispitivanja konzistencije, gubitak konzistencije tijekom vremena.

Pri ocjeni i prihvaćanju svojstava betona, posebno svojstava svježeg betona, treba uzeti u obzir eventualne razlike u tipu miješalice i postupaka miješanja primijenjenih pri početnim ispitivanjima i onih u stvarnoj proizvodnji.

Tlačna čvrstoća ispitivanog sastava betona treba biti veća od uvjetovane klase (karakteristične tlačne čvrstoće) najmanje za veličinu potrebe zadovoljenja uvjeta sukladnosti prema potpoglavlju 7-00.1.1 ove knjige Tehničkih uvjeta, odnosno oko dva puta veća od očekivane standardne devijacije, što znači od 6 N/mm^2 do 12 N/mm^2, ovisno o proizvodnim uvjetima, sastavnim materijalima i dostupnim informacijama o ranijoj ujednačenosti kakvoće.
Posebna svojstva ispitivanog sastava betona moraju zadovoljiti najmanje uvjetovani kriterij.

Konzistencija betona mora biti unutar granica klase konzistencije u vrijeme koje odgovara vremenu ugradnje ili, u slučaju tvornički proizvedenog betona, u vrijeme isporuke.
Sastav normiranog predopisanog betona treba ograničiti na:

- prirodni normalni agregat,
- mineralne dodatke uz osiguranje da nisu uzeti u račun količine cementa i v/c faktora,
- kemijske dodatke izuzev aerante,
- sastavne materijale koji ispunjavaju prethodno dane kriterije prihvaćanja početnog ispitivanja.

Izbor cementa

Cement treba izabrati između onih utvrđene uporabljivosti, uzimajući u obzir:
- izvedbu radova,
- krajnju uporabu betona,
- uvjete njegovanja (npr. toplinsku obradu),
- dimenzije konstrukcije (razvoj topline hidratacije),
- uvjete okoline kojima će konstrukcija biti izložena (vidi 7-00.1.1),
- potencijalnu reaktivnost agregata prema alkalijama iz sastavnih materijala.

Uporaba agregata

Tip agregata, gradaciju i kategorije, npr. oblik zrna, otpornost na smrzavanje, otpornost na abraziju, količinu sitnih čestica treba odabrati uzimajući u obzir:
- izvedbu radova,
- krajnju uporabu betona,
- uvjete okoline kojima će beton biti izložen,
- sve zahtjeve za izloženi agregat i završnu obradu betona.

U pravilu treba odabirati agregat čija svojstva zadovoljavaju prvu ili najmanje drugu klasu ili kategoriju.

Maksimalno nominalno gornje zrno agregata (D_{max}) treba odabrati uzimajući u obzir beton zaštitnog sloja armature i najmanju širinu presjeka.

Prirodno granulirani (nefrakcionirani) agregat sukladan EN 12620 treba rabiti samo u betonu klase tlačne čvrstoće manje ili jednake C12/15.

Agregat obnovljen (recikliran) iz vode ispiranog betona može se rabiti za izradu betona.

Nerazdvojeni obnovljeni agregat ne treba dodavati u količinama većim od 5% ukupnog agregata. Kada su količine obnovljenog agregata veće od 5% ukupne količine agregata, moraju biti istog tipa kao primarni agregat i moraju biti razdvojene u odvojene krupne i sitne frakcije i zadovoljavati uvjete EN 12620.

Ako agregat sadrži silikatne varijacije minerala i stijena potencijalno reaktivnih s alkalijama (Na_2O i K_2O) porijeklom iz cementa ili drugog izvora i beton će biti izložen vlazi, treba poduzeti pouzdano utvrđene mjere spriječavanja alkalno-silikatne reakcije.

Preventivne mjere treba prilagoditi geološkom izvoru agregata uzimajući u obzir prethodno iskustvo s određenom kombinacijom cementa i agregata.

Uporaba obnovljene (reciklirane) vode

Recikliranu vodu iz proizvodnje betona treba rabiti prema uvjetima njezine uporabe u HRN EN 1008.

Uporaba mineralnih dodataka

Količine mineralnih dodataka tipa I i tipa II koje će se rabiti u betonu moraju biti pokrivene početnim ispitivanjima kojima treba utvrditi utjecaj na čvrstoću i na sva ostala uvjetovana svojstva betona.

Mineralni dodaci tipa II, sukladni potpoglavlju 7-00.1.2 ove knjige Tehničkih uvjeta, mogu se uključiti u proračun sastava betona vezan na količinu cementa i v/c faktor (u agresivnoj okolini) ako im je uporabljivost utvrđena. Pri tome treba postupati prema uvjetima iz točke 5.2.5 EN 206.

Uporaba kemijskih dodataka

Ukupna količina bilo kojeg kemijskog dodatka ne smije prijeći maksimalnu količinu preporučenu od proizvođača niti 50 g dodatka (kako je dobavljen) po kg cementa dok se ne utvrdi utjecaj veće količine dodatka na svojstva i trajnost betona.

Kemijski dodaci koji se primjenjuju u količinama manjim od 2 g po 1 kg cementa dopušteni su samo ako su dispergirani u dijelu vode za izradu betona.

Ako ukupna količina tekućih kemijskih dodataka prelazi 3 l po 1 m^3 betona njihovu količinu vode treba uračunati u proračun v/c faktora.

Kad se rabi više od jednog kemijskog dodatka, kompatibilnost kemijskih dodataka treba provjeriti u početnim ispitivanjima.

Beton konzistencije plastičnije od S4, V4, C3 ili F4 treba proizvoditi sa superplastifikatorima visokog učinka.

Količina klorida

Količina klorida u betonu izražena kao postotak kloridnih iona na masu cementa, ne smije prijeći vrijednosti iskazane za odabranu klasu u tablici 7-00.1.2-1.

Kalcijev klorid i kemijski dodaci na bazi klorida ne smiju se dodavati u beton koji sadrži čeličnu armaturu, prednapeti čelik ili drugi ugrađeni metal.

Za utvrđivanje količine klorida u betonu treba utvrditi ukupan doprinos sastavnih materijala primjenom jednog ili kombinacijom slijedećih postupaka:

- proračun na osnovi maksimalnih nominalnih količina klorida u sastavnim materijalima, dopuštenim u normama za sastavne materijale ili u proizvođačkim deklaracijama,
- proračun na osnovi količine klorida sastavnih materijala izračunane mjesečno iz srednje vrijednosti zbroja najmanje 25 ispitivanja količine klorida plus 1,64 puta izračunana standardna devijacija za svaki sastavni materijal.

Tablica 7-00.1.2-1 Maksimalna količina klorida u betonu

Uporaba betona	Klasa količine klorida[1)]	Maksimalna količina Cl^- na masu cementa[2)]
Ne sadrži armaturu ni drugi ugrađeni metal osim nehrđajućih vodilica	Cl 1,00	1,00 %
Sadrži čeličnu armaturu ili drugi ugrađeni metal	Cl 0,20	0,20 %
	Cl 0,40	0,40 %
Sadrži prednapeti čelik	Cl 0,10	0,10 %
	Cl 0,20	0,20 %

[1)] U specijalnim uvjetima korištenja betona izbor klase ovisi o odredbama važećim na mjestu korištenja betona.
[2)] Pri korištenju mineralnih dodataka tipa II uključenih u proračun količine cementa količina klorida se izražava kao postotak kloridnih iona na masu cementa plus količina uračunanog mineralnog dodatka.

Temperatura betona

Temperatura svježeg betona ne smije biti ispod 5°C u vrijeme isporuke. Kada je potreban zahtjev za drugačiju minimalnu ili za maksimalnu temperaturu svježeg betona, treba ih propisati uz utvrđivanje i toleranciju. Bilo koji uvjet za umjetno hlađenje ili grijanje betona treba prije otpreme usuglasiti između proizvođača i korisnika.

Zahtjevi vezani uz klase izloženosti djelovanju okoline

Zahtjevi za beton otporan na djelovanje okoline dani su i u graničnim vrijednostima sastava betona i u utvrđenim svojstvima betona ili zahtjevi mogu biti izvedeni iz postupaka projektiranja prema ponašanju u uporabi. Zahtjevi trebaju uzeti u obzir programirani (zadani) radni (uporabni) vijek konstrukcije.

Granične vrijednosti sastava betona

U nedostaku europskih normi za potpuno i pouzdano ispitivanje ponašanja betona, zbog različitih dugotrajnih iskustava dugog trajanja betona, zahtjevi za postupke uvjetovanja svojstava betona otpornih na djelovanje okoline dani su EN 206 utvrđenim osnovnim svojstvima betona i graničnim vrijednostima sastava, a u ovim Tehničkim uvjetima dodana su za pojedine klase agresivnosti i posebna svojstva čiji su postupci ispitivanja propisani

našim još uvijek važećim starim normama, kako to preporučuje i navedena europska norma.

Potrebe za svaku klasu izloženosti treba uvjetovati:

- dopuštenim tipom i klasom sastavnih materijala,
- maksimalnim v/c faktorom,
- minimalnom količinom cementa,
- minimalnom tlačnom čvrstoćom betona,

i ako je relevantno

- minimalnom količinom zraka u betonu
- posebnim svojstvom betona bitnim za utvrđenu klasu agresivnosti okoline.

U uvjetima prilagođenim mjestu uporabe treba maksimalni v/c faktor dati u odsječcima po 0,05, minimalnu količinu cementa po 20 kg/m^3, tlačnu čvrstoću betona u klasama iskazanim u tablici 7-00.1.1-5 za normalni i teški beton, a u tablici 7-00.1.1-6 za lagani beton.

Granične vrijednosti svojstava i sastava betona za pojedine klase izloženosti trebaju zadovoljavati najmanje uvjete iz tablice 7-00.1.2-2 koji pretpostavljaju upotrebu cementa CEM I sukladnog EN 197 i agregata maksimalnog zrna u području 16 do 32 mm. Dane minimalne klase čvrstoće izvedene su iz omjera v/c faktora i klase čvrstoće betona proizvedenog s cementom klase 42,5.

Tablica 7-00.1.2-2 Granične vrijednosti sastava i klase tlačne čvrstoće betona

Klasa izloženosti	Maks. v/c faktor	Min. klasa čvrstoće	Min. količina cementa, kg/m^3
Nema rizika korozije			
X 0	-	C12/15	-
Korozija karbonatizacijom			
XC 1	0,65	C20/25	260
XC 2	0,60	C25/30	280
XC 3	0,55	C30/37	280
XC 4	0,50	C30/37	300
Kloridna korozija, maritimna			
XS 1	0,45	C35/45	340
XS 2	0,45	C35/45	340
XS 3	0,40	C40/50	360
Kloridna korozija, nemaritimna			
XD 1	0,50	C30/37	300
XD 2	0,50	C30/37	300
XD 3	0,40	C40/50	360
Smrzavanje / odmrzavanje sa ili bez soli za odmrzavanje			
XF 1	0,50	C30/37	300
XF 2	0,50	C25/30	300
XF 3	0,45	C30/37	320
XF 4	0,40	C35/45	360
Kemijski agresivna okolina			
XA 1	0,55	C30/37	300
XA 2	0,50	C30/37	320
XA 3	0,45	C35/45	360

U pravilu, uz predočeni pristup prilagođen EN 206, prema našim iskustvima u uvjetima djelovanja smrzavanja i smrzavanja i soli za odmrzavanje treba zadovoljiti i uvjete navedene u narednom dijelu ove knjige Tehničkih uvjeta.

U uvjetima agresivne okoline XF 2 do XF 4 treba rabiti agregat otporan na smrzavanje prema EN 12620 i beton aeriran s najmanje 5,0 % mikropora uvučenog zraka.
Kad sulfatna agresivnost vodi prema klasama izloženosti XA 2 i XA 3, treba rabiti sulfatno otporni cement.
Dane granične vrijednosti osiguravaju uporabnu trajnost betona 50 godina. Za veću trajnost nužne su strože vrijednosti (za približno jednu klasu za dodatnih 20 godina) ili dodatne mjere zaštite.

Ako je sukladan s danim graničnim vrijednostima, pretpostavlja se da će beton u konstrukciji zadovoljavati uvjete trajnosti za namjeravanu uporabu u posebnim uvjetima okoliša onda:

- kad je beton pravilno ugrađen, zbijen i njegovan u skladu s ENV 13670,
- kad beton ima minimalnu debljinu zaštitnog sloja armature prema mjerodavnoj projektnoj normi, npr. ENV 1992-1, uvjetovanu za posebne uvjete okoline i kad je primijenjeno predviđeno održavanje.

Projektiranje sastava betona prema svojstvima u uporabi

Uvjeti za pojedine klase izloženosti mogu se utvrditi i primjenom postupka projektiranja prema svojstvima trajnosti i mogu biti uvjetovani parametrima mjerodavnih svojstava ponašanja betona (npr. ljuštenjem betona u pokusu smrzavanja i odmrzavanja).

Postupak projektiranja sastava betona prema ponašanju u uporabi treba uzeti u obzir svaki mjerodavni mehanizam dotrajavanja, radni vijek konstrukcijskog elementa i kriterije koji definiraju kraj toga radnog vijeka na kvantitativan način.

Ako su unaprijed utvrđeni najmanje:
- tip i oblik konstrukcije,
- lokalni uvjeti djelovanja okoline,
- razina izvršenja,
- traženi radni vijek,

Može se primijeniti jedan od slijedećih postupaka projektiranja sastava betona prema ponašanju u uporabi:
- postupak dobrog vladanja ovom problematikom zasnovan na dugotrajnom iskustvu s lokalnim materijalima i praksom te detaljnim poznavanjem djelovanja lokalne okoline,
- postupak zasnovan na odobrenim i dokazanim ispitivanjima koja reprezentiraju stvarne uvjete i imaju odobrene kriterije primjene,
- postupak zasnovan na analitičkim modelima kalibriranim prema podacima ispitivanja stvarnih uvjeta u praksi.

U tu svrhu u uvjetima djelovanja okoline XF1 beton treba zadovoljiti otpornost na smrzavanje u 100 ciklusa prema HRN U.M1.016, u uvjetima djelovanja okoline XF3 u 200 ciklusa, a u uvjetima djelovanja okoline XF2 i XF4 otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje u 50 ciklusa prema HRN U.M1.055. Ispitivanje prema postupcima u danim normama i dokaz zadovoljenja danih uvjeta treba provesti prethodnim (početnim) ispitivanjima svake vrste (sastava) betona za tu namjenu i u kontrolnom postupku

potvrđivati najmanje jedanputa godišnje i pri svakoj promjeni sastava betona. Sastav betona i sastavne materijale treba precizno utvrditi.

Zahtjevi za svježi beton

Konzistencija

Pri utvrđivanju konzistencije betona treba primijeniti ove postupke:

- slijeganje konusa prema HRN EN 12350-2
- vebe postupak prema HRN EN 12350-3,
- postupak zbijanja prema HRN EN 12350-4,
- postupak rasprostiranja prema HRN EN 12350-5,
- posebni postupak koji trebaju usuglasiti uvjetovatelj i proizvođač betona za posebne primjene (npr.zemljano vlažni beton).

Zbog osjetljivosti postupaka izvan određenih vrijednosti konzistencije preporučljivo ih je primjenjivati za:

- slijeganje konusa ≥ 10 mm i ≤ 210 mm,
- vebe-vrijeme ≤ 30 s i > 5 s,
- stupanj zbijenosti ≥ 1,04 i < 1,46,
- rasprostiranje > 340 mm i ≤ 620 mm.

Konzistenciju betona treba utvrditi u vrijeme uporabe betona ili u vrijeme isporuke u slučaju tvorničkog (transportiranog) betona.

Ako se beton isporučuje u automiješalicama ili autoagitatorima, konzistencija se može mjeriti na reprezentativnom uzorku dobivenom iz početne isporuke. Reprezentativni uzorak treba uzeti nakon isporuke približno 0,3 m^3 betona prema HRN EN 12350-1.

Konzistencija može biti uvjetovana referentnom klasom konzistencije ili, u posebnim slučajevima, zadanom vrijednošću i tolerancijom iz tablice 7-00.1.2-3.

Tablica 7-00.1.2-3 Tolerancije za zadane vrijednosti konzistencije

Slijeganje konusa			
Područje zadanih vrijednosti, mm	≤ 40	50 do 90	≤ 100
Tolerancije, mm	± 10	± 20	± 30
Vebe-vrijeme			
Područje zadanih vrijednosti, s	≥ 11	10 do 6	≤ 5
Tolerancije, s	± 3	± 2	± 1
Zbijanje (stupanj zbijenosti)			
Područje zadanih vrijednosti, sz	≥ 1,26	1,25 do 1,11	≤ 1,10
Tolerancije, sz	± 0,10	± 0,08	± 0,05
Rasprostiranje			
Područje zadanih vrijednosti, mm	Sve vrijednosti		
Tolerancije, mm	± 30		

Količina cementa i v/c faktor

Ako treba utvrditi količinu cementa, vode ili mineralnog dodatka, treba ih uzeti (i kod otisnutog izvještaja mješavine i kad njega nema) iz podataka proizvodnje vezanih uz upute miješanja (doziranja).

Ako treba utvrditi v/c faktor betona treba ga izračunati na osnovi utvrđene količine cementa i efektivne količinu vode (za tekuće kemijske dodatke vidi 7-00.1.2). Apsorpciju vode normalnog i teškog agregata treba utvrditi prema EN 1097-6, a laganog agregata prema Dodatku C EN 1097-6.

Ako je minimalna količina cementa zamijenjena minimalnom (cement + mineralni dodatak) količinom ili v/c faktor zamijenjen v/(cement + k x mineralni dodatak) faktorom (vidi 5.2.5. u EN 206), postupak treba primijeniti s odgovarajućim modifikacijama.

Ni jedna pojedinačno utvrđena vrijednost v/c faktora ne smije biti veća za više od 0,02 od granične vrijednosti.

Ako je utvrđivanje količine cementa, količine mineralnog dodatka ili v/c faktora svježeg betona uvjetovano analizom, postupak i tolerancije trebaju usuglasiti uvjetovatelj i proizvođač.

PRIMJEDBA: Vidi CEN izvještaj CR 13902 "određivanje v/c faktora svježeg betona".

Količina zraka

Ako treba utvrditi količinu zraka u betonu, treba je mjeriti prema HRN EN 12350-7 za normalni i teški beton i prema ASTM C 173 za lagani beton. Količina zraka je uvjetovana minimalnom vrijednošću. Gornja granica količine zraka je uvjetovana minimalna vrijednost + 4% apsolutne vrijednosti.

Maksimalna veličina zrna agregata

Ako treba utvrditi maksimalnu gornju veličinu zrna agregata u svježem betonu, treba je mjeriti prema EN 933-1.

Maksimalna nominalna gornja veličina zrna agregata definirana prema EN 12620 ne smije biti veća od uvjetovane.

Zahtjevi za očvrsli beton

Čvrstoća

Ako treba utvrditi čvrstoću betona, ispitivanje se mora zasnivati na ispitivanjima uzoraka kocaka brida 150 mm ili valjaka dimenzija 150x300 mm sukladnih HRN EN 12390-1 i izrađenih i njegovanih prema HRN EN 12350-1 i HRN EN 12390-2.

Pri ocjeni čvrstoće mogu se primijeniti drugačije veličine uzoraka i drugačiji način njegovanja ako je korelacija s normiranim utvrđena i dokumentirana s dovoljnom točnošću.

Ako treba utvrditi tlačnu čvrstoću betona treba je izraziti kao $f_{c,koc}$ kad se određuje na uzorcima kocke i kao $f_{c,valj}$ kad se određuje na uzorcima valjka prema HRN EN 12350-1.
Proizvođač treba prije početka betoniranja odrediti hoće li se tlačna čvrstoća prihvaćati na osnovi ispitivanja kocaka ili valjaka.

Ako nije drugačije uvjetovano, tlačna čvrstoća je utvrđena na uzorcima ispitanim pri starosti 28 dana. U posebnim slučajevima može biti potrebno uvjetovati tlačnu čvrstoću pri starosti betona manjoj ili većoj od 28 dana ili poslije držanja u specijalnim uvjetima (npr.toplinske obrade).

Karakteristična tlačna čvrstoća betona mora biti jednaka ili veća od karakteristične tlačne čvrstoće tražene za uvjetovanu klasu tlačne čvrstoće (vidi tablice 7-00.1.1-5 i 7-00.1.1-6).

Ako se očekuje da propisano ispitivanje tlačne čvrstoće betona neće dati reprezentativne vrijednosti, npr.kod betona konzistencije CO ili kruće od S1 ili kod vakuumiranog betona, postupak ispitivanja se može modificirati ili se može utvrđivati tlačna čvrstoća betona u konstrukciji ili konstrukcijskom elementu.

Prihvaćanje čvrstoće u konstrukciji ili konstrukcijskom elementu treba provoditi prema EN 13791.

Ako treba utvrditi vlačnu čvrstoću cijepanjem, treba je mjeriti prema HRN EN 12390-6. Ako nije drugačije uvjetovano, vlačna čvrstoća cijepanjem je utvrđena na uzorcima ispitanim pri starosti 28 dana.

Karakteristična vlačna čvrstoća betona cijepanjem treba biti jednaka ili veća od uvjetovane vlačne čvrstoće cijepanjem.

Gustoća

Prema svojoj gustoći u osušenom stanju beton se definira kao obični beton, lagani beton i teški beton (vidi definicije). Ako treba utvrditi gustoću betona u suhom stanju, treba je mjeriti prema HRN EN 12390-7.

Gustoća običnog betona u suhom stanju treba biti veća od 2000 kg/m^3 i ne smije prelaziti 2600 kg/m^3. Gustoća laganog betona u suhom stanju treba biti unutar graničnih vrijednosti za uvjetovanu klasu (vidi tablicu 9 u EN 206). Gustoća teškog betona u suhom stanju treba biti veća od 2600 kg/m^3. Ako je gustoća uvjetovana kao zadana vrijednost, treba primijeniti toleranciju ±100 kg/m^3.

Vodonepropusnost

Ako treba utvrditi vodonepropusnost betona, ispitivanje uzoraka treba provesti prema EN 7031, a kriterije sukladnosti trebaju usuglasiti uvjetovatelj i proizvođač. U pravilu, prodor vode u pojedini uzorak ne bi smio biti iznad 50 mm ni srednja vrijednost iznad 20 mm.

Vatrootpornost

Beton sastavljen od prirodnog agregata, cementa, kemijskih dodataka, mineralnih dodataka ili drugih anorganskih materijala klasira se kao europska klasa A i ne treba ga ispitivati[1].

Ostala svojstva betona

Ako treba utvrditi ostala svojstva betona ispitivanjem (otpornost na smrzavanje, otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje, otpornost na habanje i sl.), postupak i kriterije sukladnosti trebaju usuglasiti uvjetovatelj i proizvođač.

[1] Odluka Komisije od 9. rujna 1994. (94/611/EC) objavljena u službenom časopisu Europske unije, broj L241/29, rujan 1994..

7-00.1.3 Uvjeti kakvoće betona

Uvjetovatelj kakvoće betona treba osigurati da svi mjerodavni uvjeti svojstava betona budu uključeni u uvjete dane proizvođaču. Treba uvjetovati i svaki zahtjev za svojstva betona potreban za transport nakon isporuke, ugradnju, zbijanje, njegovanje ili bilo koji slijedeći tretman. Uvjeti, ako je potrebno, trebaju uključiti i svaki posebni zahtjev (npr. za arhitektonsku završnu obradu).

Uvjetovatelj kakvoće betona treba voditi računa o:

- primjeni svježeg i očvrslog betona,
- uvjetima njegovanja,
- dimenzijama konstrukcije (razvoju topline hidratacije),
- svim potrebama za kulir ili prikladnim alatom obrađene površine,
- svim potrebama betona zaštitnog sloja armature ili minimalne širine presjeka, npr. maksimalnoj nominalnoj gornjoj veličini zrna agregata,
- svim ograničenjima uporabe sastavnih materijala utvrđene uporabljivosti, koje npr. proizlaze iz klasa izloženosti.

Beton treba uvjetovati ili kao projektirani beton pripadajući općenito klasifikaciji ili kao beton zadanog sastava opisom sastava. Osnova za projektiranje ili opisivanje sastava betona može biti rezultat početnih ispitivanja ili informacija dobivena dugotrajnim iskustvom s komparativnim betonom, uzimajući u obzir osnovnu potrebu sastavnih materijala i sastava betona.

Za beton zadanog sastava uvjetovatelj je odgovoran za osiguranje da uvjeti zadovoljavaju opće potrebe EN 206 i da uvjetovani sastav može dati tražena svojstva betona u svježem i očvrslom stanju. Uvjetovatelj mora održavati i obnavljati popratnu dokumentaciju koja se odnosi na predviđeno ponašanje.

U slučaju normiranog betona zadanog sastava to je odgovornost državne institucije za normizaciju. Za beton zadanog sastava ocjena sukladnosti se zasniva isključivo na dobivanju uvjetovanog sastava, a ne zasniva se ni na jednom svojstvu koje je potrebno uvjetovatelju.

Uvjeti za projektirani beton

Projektirani beton treba uvjetovati osnovnim podacima u svim slučajevima i dodatnim podacima kad se to zahtijeva.

Osnovni zahtjevi

Uvjeti trebaju sadržavati:
a) zahtjev sukladan EN 206,
b) klasu tlačne čvrstoće,
c) klasu izloženosti,
d) maksimalno nominalno zrno agregata.
e) klasu količine klorida.

U dodatku, za lagani beton:
f) klasu ili zadanu ciljanu gustoću.

U dodatku, za teški beton:
g) ciljanu gustoću.

U dodatku, za tvornički proizvedeni beton i beton proizveden na gradilištu:
h) klasu konzistencije ili, u posebnim slučajevima, zadanu vrijednost za konzistenciju.

Dodatni zahtjevi

Slijedeći zahtjevi mogu biti uvjetovani potrebama ponašanja pri uporabi i postupcima ispitivanja tamo gdje to odgovara:

- posebni tip ili klasa cementa (npr.cement niske topline hidratacije),
- posebni tip ili klasa agregata,
- svojstva nužna za otpornost na smrzavanje, npr. količina zraka u koju je uključen mogući gubitak tijekom pumpanja, ugradnje, zbijanja, koji slijede nakon isporuke,
- zahtjevi za temperaturu svježeg betona,
- razvoj čvrstoće,
- razvoj topline tijekom hidratacije,
- usporeno skrutnjivanje,
- vodonepropusnost,
- otpornost na smrzavanje,
- otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje,
- otpornost na abraziju,
- vlačna čvrstoća cijepanjem.

Uvjeti za beton zadanog sastava

Beton zadanog sastava treba uvjetovati osnovnim zahtjevima u svim slučajevima i dodatnim podacima kad to traže posebni uvjeti.

Osnovni zahtjevi

Uvjeti trebaju sadržavati:

a) zahtjeve sukladnosti EN 206,
b) količinu cementa,
c) tip i klasu čvrstoće cementa,
d) v/c faktor ili klasu konzistencije svježeg betona, u posebnim slučajevima ciljanu vrijednost,
e) tip i kategorije agregata; u slučaju laganog ili teškog betona odgovarajuću maksimalnu ili minimalnu gustoću,
f) maksimalnu nominalnu veličinu agregata i ograničenja u granulometrijskom sastavu,
g) tip i količinu kemijskih ili mineralnih dodataka, ako ih ima,
h) ako se primjenjuju kemijski ili mineralni dodaci njihov izvor i izvor cementa kao aproksimaciju svojstava koja nisu utvrđena drugim značajkama.

Dodatni zahtjevi

Uvjeti mogu sadržavati:

- izvor svih ili nekih sastojaka betona kao aproksimaciju svojstava koja nisu utvrdiva drugim obilježjima,
- dodatne zahtjeve za agregat,
- zahtjeve temperature svježeg betona,
- druge tehničke zahtjeve.

Uvjeti za normirani beton zadanog sastava

Normirani beton zadanog sastava treba biti uvjetovan:

- navodom norme kojom je opisan, dajući relevantne zahtjeve,
- naznakom betona u normi.

Normirani beton zadanog sastava treba rabiti samo za:

- obični beton nearmiranih i armiranih betonskih konstrukcija,
- projektirane klase tlačne čvrstoće ≤ C 16/20,
- klase izloženosti X0 i XC1.

Betone klase do uključivo 20/25, namijenjene za izradu nearmiranih elemenata i konstrukcija, koje se izrađuju na mjestu proizvodnje, a uvjetovane su samo klasom betona, treba pri najvećoj frakciji agregata 16 do 32 mm u pravilu proizvoditi sa slijedećim zadanim količinama cementa klase 32,5 (kg/m^3 ugrađenog betona):

C 8/10	220
C 12/15	260
C 16/20	300
C 20/25	350

Pri uporabi cementa klase 42,5 dane količine cementa treba smanjiti za 10%, a povećati za:
- 10% pri najvećoj frakciji agregata 8 do 16 mm
- 20% pri najvećoj frakciji agregata 4 do 8 mm
- 20% pri tekućoj konzistenciji

Kontrola i potvrđivanje sukladnosti ovih betona provodi se samo kontrolom sastava betona prema potpoglavlju 7-00.1.5 ove knjige Tehničkih uvjeta.

7-00.1.4 Isporuka svježeg betona

Informacije korisnika betona proizvođaču

Korisnik će usuglasiti s proizvođačem:

- datum isporuke, vrijeme i količinu,

i kad je potrebno, informirati proizvođača o:

- posebnom transportu na gradilište,
- posebnim postupcima ugradnje,
- ograničenjima vozila isporuke, npr.tipa (agitirajuća ili neagitirajuća oprema), veličine, visine ili bruto težine.

Informacije proizvođača betona korisniku

Kada naručuje beton korisnik može zahtijevati informacije o sastavu mješavine betona radi primjene pravilne ugradnje i zaštite svježeg betona i utvrđivanja razvoja čvrstoće betona.

Te informacije mora na zahtjev korisnika dati proizvođač prije isporuke betona, već prema tome kako odgovara korisniku. Na zahtjev treba za projektirani beton osigurati slijedeće informacije:

a) tip i klasu čvrstoće cementa i tip agregata,
b) tip kemijskog dodatka, tip i približnu količinu mineralnog dodatka, ako ga ima,
c) zadani v/c faktor,
d) rezultate relevantnih prethodnih ispitivanja mješavine, npr. iz kontrole proizvodnje ili iz početnih ispitivanja,
e) razvoj čvrstoće,
f) izvor sastavnih materijala.

Kad je posrijedi tvornički proizvedeni beton, informacije, kad se zatraže, mogu također biti dane i referencama proizvođačeva kataloga sastava mješavina betona, u kojima su iskazane pojedinosti o klasama čvrstoće, klasama konzistencije, težina mješavine i drugi mjerodavni podaci.

Informacije za utvrđivanje vremena zaštite betona prema razvoju čvrstoće mogu biti iskazane nazivima iz tablice 7-00.1.4-1 ili krivuljom razvoja čvrstoće betona pri 20°C između 2 i 28 dana.

Tablica 7-00.1.4-1 Razvoj čvrstoće betona pri 20°C

Razvoj čvrstoće	Omjeri čvrstoće $f_{cm,2}/f_{cm,28}$
Brz	$\geq 0,5$
Srednji	$\geq 0,3$ i $< 0,5$
Polagan	$\geq 0,15$ i $< 0,3$
Vrlo polagan	$< 0,15$

Omjer čvrstoće kao indikator razvoja čvrstoće jest omjer srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 2 dana ($f_{cm,2}$) i srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 28 dana ($f_{cm,28}$) utvrđen početnim ispitivanjima ili zasnovan na poznatim svojstvima betona komparabilnog sastava. U ovim početnim ispitivanjima uzorke za utvrđivanje čvrstoće treba praviti, njegovati i ispitivati prema HRN EN 12350-1, HRN EN 12390-1, HRN EN 12390-2 i HRN EN 12390-3.

Proizvođač treba informirati korisnika o zdravstvenom riziku koji se može pojaviti tijekom rukovanja betonom.

Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton

Pri isporuci betona proizvođač mora dostaviti korisniku otpremnicu za svaku transportnim sredstvom isporučenu količinu betona, na kojoj su otisnute, utisnute ili upisane najmanje slijedeće informacije:

- ime tvornice betona,
- serijski broj otpremnice,
- datum i vrijeme utovara, tj. vrijeme prvog kontakta cementa i vode,
- broj vozila,
- ime kupca,
- ime i lokacija gradilišta,
- detalji ili reference uvjeta, npr.kodni broj, redni broj,

- količina betona u m^3,
- deklaracija sukladnosti s referentnim uvjetima kvalitete i EN 206,
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno,
- vrijeme u koje beton stiže na gradilište,
- vrijeme početka istovara,
- vrijeme kraja istovara.

U dodatku otpremnica treba navesti slijedeće pojedinosti:

a) Za projektiranu mješavinu:

- klasu čvrstoće,
- klasu izloženosti,
- klasu konzistencije ili zadanu vrijednost,
- granične vrijednosti sastava betona ako su uvjetovane,
- tip i klasu čvrstoće cementa ako su uvjetovani,
- tip kemijskog i mineralnog dodatka, ako su uvjetovani,
- specijalna svojstva, ako su tražena,
- maksimalnu nominalnu gornju veličinu agregata,
- u slučaju laganog ili teškog betona klasu gustoće ili zadanu gustoću.

b) Za zadanu mješavinu:

- pojedinosti o sastavu, npr. količinu cementa, tip kemijskog dodatka ako se traži,
- v/c faktor ili klasu ili zadanu vrijednost konzistencije, ako je uvjetovana,
- maksimalnu gornju veličinu agregata.

Kad je posrijedi normirani beton zadanog sastava, dane informacije moraju slijediti propise mjerodavne norme.

Otpremne informacije za gradilišni beton

Odgovarajuća informacija tražena potpoglavljem 7-00.1.4 za otpremnicu betona mjerodavna je i za beton proizveden na velikom gradilištu, ili kad uključuje više tipova betona.

Konzistencija pri isporuci

Općenito je svako dodavanje vode ili kemijskih dodataka pri isporuci zabranjeno. U posebnim slučajevima voda ili kemijski dodaci mogu biti dodani kad je to pod odgovornošću proizvođača i primjenjuje se za dobivanje uvjetovane vrijednosti konzistencije osiguravajući da uvjetovane granične vrijednosti nisu prekoračene i da je dodatak kemijskog dodatka uključen u projekt betona. Količina svakog dodatka vode ili kemijskog dodatka dodana u vozilo (mikser) mora biti upisana u otpremni dokument u svim slučajevima. Za rehomogenizaciju vidi 7-00.1.6.

Ako je u mikser na gradilištu dodano u beton više vode ili kemijskih dodataka nego što je dopušteno po uvjetima te mješavine ili količine betona u mikseru, treba u otpremni dokument upisati "nesukladna". Osoba koja je autorizirala taj dodatak odgovorna je za posljedice i mora biti upisana u otpremni dokument.

7-00.1.5 Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima sukladnosti prilagođenim unaprijed radi provjere sukladnosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje (vidi potpoglavlje 7-00.1.6 ove knjige Tehničkih uvjeta).

Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima.

Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u 7-00.1.5. Te odredbe treba primijeniti i na beton predgotovljenih elemenata ako posebna norma za proizvod ne sadrži ekvivalentni skup odredbi. Ako je traženo češće uzimanje uzoraka, ono treba biti prethodno usuglašeno. Svojstva koja ne pokrivaju ova poglavlja, plan uzorkovanja i ispitivanja, postupak ispitivanja i kriterije sukladnosti trebaju usuglasiti i proizvođač i uvjetovatelj.

Mjesto uzimanja uzoraka za ispitivanje sukladnosti treba odabrati tako da se mjerodavna svojstva betona i sastav betona značajnije ne mijenjaju od mjesta uzorkovanja do mjesta isporuke. Kad je posrijedi lagani beton proizveden nezasićenim agregatom, uzorke treba uzeti na mjestu isporuke.

Kada su ispitivanja kontrole proizvodnje ista kao i ispitivanja uvjetovana za kontrolu sukladnosti, treba ih uzeti u obzir pri vrednovanju sukladnosti. Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti.

Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima sukladnosti. Nesukladnost može voditi daljnjim akcijama na mjestu proizvodnje i na gradilištu (vidi 7-00.1.5).

Kontrola sukladnosti projektiranog betona

Kontrola sukladnosti tlačne čvrstoće

Za normalni i teški beton klasa čvrstoće od C8/10 do C55/67 ili lagani beton do klase C55/60 uzorkovanje i ispitivanje treba provoditi po pojedinačnim sastavima betona ili po familijama betona utvrđene podudarnosti kako je odredio proizvođač dok se drugačije ne usuglasi. Koncept s familijama ne treba primjenjivati kod viših klasa betona. Lagani beton ne smije se grupirati u familijama koje se odnose na normalni beton; lagani beton s dokazivo sličnim agregatima može se grupirati u svojoj vlastitoj familiji.

O uputama za odabir familija betona vidjeti Dodatak K u EN 206.

Ako su posrijedi familije betona, proizvođač treba postići kontrolu svih članova familije i uzorkovanje treba provoditi po cijelom području sastava betona proizvedenih u familiji.

Kada se ispitivanje sukladnosti betona primjenjuje na familiju betona odabire se referentni beton koji se obično najviše proizvodi ili je iz sredine familije betona. Utvrđuje se korelacija između svakog pojedinog sastava betona u familiji i referentnog betona da bi se svaki pojedinačni rezultat tlačne čvrstoće svakog pojedinog betona mogao preračunati na referentni beton. Korelaciju treba revidirati na osnovi originalnih rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće u svakom razdoblju prihvaćanja i kad se jave vidljive promjene u uvjetima

proizvodnje. Nadalje, kad se ocjenjuje sukladnost familije, treba potvrditi da svaki pojedini član pripada familiji.

U planu uzorkovanja i ispitivanja te za kriterije sukladnosti pojedinih sastava betona ili familija betona razlikuje se početna proizvodnja i kontinuirana proizvodnja.

Početna proizvodnja pokriva proizvodnju dok se ne dobije najmanje 35 rezultata ispitivanja.

Kontinuirana proizvodnja je postignuta kad se dobije najmanje 35 rezultata ispitivanja u razdoblju koje ne prelazi 6 mjeseci.

Ako je proizvodnja nekog pojedinačnog sastava betona ili familije betona bila suspendirana više od 6 mjeseci, proizvođač treba prilagoditi kriterije i plan uzorkovanja i ispitivanja onima koji su dani za početnu proizvodnju.

Tijekom kontinuirane proizvodnje proizvođač može prilagoditi plan uzorkovanja i ispitivanja i kriterije početne proizvodnje za kontinuiranu proizvodnju.

Ako je čvrstoća uvjetovana za različitu starost, sukladnost se ocjenjuje na uzorcima ispitanim pri uvjetovanoj starosti.

Kada treba procijeniti identitet određene količine betona s populacijom verificiranom kao da zadovoljava uvjete karakteristične čvrstoće, npr. ako postoji sumnja u kvalitetu mješavine ili isporuke ili ako je u posebnim slučajevima traženo projektnim uvjetima, to treba biti u skladu s aneksom B u EN 206.

Uzorke betona treba nasumce odabirati prema HRN EN 12350-1. Uzorkovanja treba provoditi u svakoj familiji betona proizvedenoj u uvjetima koji se smatraju jednakim. Minimalni broj uzoraka treba biti u skladu s tablicom 7-00.1.5-1, uzimajući kao mjerodavan onaj koji daje veći broj za početnu ili kontinuiranu proizvodnju, već prema prilikama.

Tablica 7-00.1.5-1 Minimalni broj uzoraka za prihvaćanje sukladnosti

Proizvodnja	Minimalna učestalost uzorkovanja		
		Nakon prvih 50 m^3 proizvodnje[1)]	
	Prvih 50 m^3 proizvodnje	beton certificirane kontrole proizvodnje	beton bez certificirane kontrole proizvodnj
Početna (dok se ne dobije najmanje 35 rezultata)	3 uzorka	1/200 m^3 ili 2/proizvodni tjedan	1/150 m^3 ili 2/proizvodni dan
Kontinuirana[2)] (kad se dobije najmanje 35 rezultata)		1/400 m^3 ili 1/proizvodni tjedan	

[1] Uzorkovanje treba rasporediti kroz svu proizvodnju i ne treba uzimati više od jednog uzorka na svakih 25 m^3.
[2)] Kad je standardna devijacija od najmanje 15 rezultata ispitivanja iznad 1,37s, učestalost treba povećati na onu traženu za početno ispitivanje za slijedećih 35 rezultata ispitivanja.

Bez obzira na uvjete uzorkovanja prema 7-00.1.5, uzorke treba uzimati nakon svakog dodavanja vode ili kemijskog dodatka pod kontrolom i odgovornošću proizvođača, a uzorkovanje prije dodavanja plastifikatora ili superplastifikatora radi prilagodbe konzistencije (vidi 7-00.1.4) dopušteno je kad postoji dokaz početnim ispitivanjem da plastifikator ili superplastifikator u količini koja će se upotrijebiti ne utječe negativno na čvrstoću betona.

Rezultat ispitivanja je onaj dobiven na pojedinačnom uzorku ili prosjek rezultata kad se dva ili više uzoraka uzetih iz iste uzorkovane količine ispituju u isto vrijeme.

Kad se dva ili više uzoraka izrađenih iz iste uzorkovane količine betona razlikuju se za više od 15% srednje vrijednosti, treba ih zanemariti, osim ako se istraživanjem ne utvrdi prihvatljiv razlog uvažavanja pojedinog ispitnog rezultata.

Sukladnost treba ocjenjivati na osnovi rezultata ispitivanja tijekom razdoblja ocjenjivanja koje ne smije prelaziti posljednjih 12 mjeseci.

Sukladnost tlačne čvrstoće betona ocjenjuje se na osnovi uzoraka ispitanih pri starosti 28 dana[2].

- grupe od "n" sukcesivnih rezultata ispitivanja (f_{cm}) (kriterij 1),
- svaki pojedinačni rezultat (f_{ci}) (kriterij 2).

Sukladnost je potvrđena ako su oba kriterija iz tablice 7-00.1.5-2 i za početnu i za kontinuiranu proizvodnju zadovoljena.

Kada je sukladnost prihvaćena na osnovi familija betona, primjenjuje se kriterij 1 na referentni beton uzimajući u obzir sve preračunane rezultate ispitivanja u familiji; kriterij 2 se primjenjuje na originalne rezultate ispitivanja.

Da bi se potvrdilo kako svaki pojedini član pripada familiji, srednju vrijednost svih nepreračunanih rezultata ispitivanja (f_{cm}) za pojedinog člana familije treba procijeniti po kriteriju 3 iskazanom u tablici 7-00.1.5-3. Svaki beton koji ne zadovolji taj kriterij treba izdvojiti iz familije i pojedinačno mu procijeniti sukladnost.

Tablica 7-00.1.5-2 Kriteriji sukladnosti tlačne čvrstoće

Proizvodnja	Broj "n" rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće u grupi	Kriterij 1	Kriterij 2
		prosjek od "n" rezultata (f_{cm}), N/mm^2	pojedini rezultat (f_{ci}), N/mm^2
Početna	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Kontinuirana	15	$\geq f_{ck} + 1{,}48s$	$\geq f_{ck} - 4$

U početku standardnu devijaciju (s) treba izračunati iz najmanje 35 sukcesivnih rezultata ispitivanja dobivenih u razdoblju većem od tri mjeseca, a neposredno su ispred proizvodnog razdoblja čiju se sukladnost provjerava. Ovu vrijednost treba uzeti kao utvrđenu standardnu devijaciju (s) populacije. Valjanost prihvaćene vrijednosti treba verificirati tijekom slijedeće proizvodnje.

[2] Ako je čvrstoća uvjetovana za različitu starost, sukladnost se prihvaća na uzorcima ispitanim pri toj starosti.

Tablica 7-00.1.5-3 Kriteriji sukladnosti članova familije

Broj "n" rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće u grupi	Kriterij 3 Prosjek od "n" rezultata (f_{cm}) za pojedinog člana familije, N/mm^2
2	$\geq f_{ck} - 1,0$
3	$\geq f_{ck} + 1,0$
4	$\geq f_{ck} + 2,0$
5	$\geq f_{ck} + 2,5$
6	$\geq f_{ck} + 3,0$

Dopuštena su dva postupka utvrđivanja vrijednosti s i izbor postupka treba unaprijed odrediti:

Postupak 1

Početna vrijednost standardne devijacije može se primijeniti za iduće razdoblje tijekom kojeg sukladnost treba provjeriti osiguravajući da se standardna devijacija od najmanje 15 rezultata (S_{15}) ne razlikuje značajnije od prihvaćene standardne devijacije. Ovo razmatranje vrijedi za:

$$0,63\ s < S_{15} < 1,37\ s$$

Kad je vrijednost S_{15} izvan danih limita, treba utvrditi novu vrijednost iz dostupnih posljednjih 35 rezultata ispitivanja.

Postupak 2

Nova vrijednost s može se utvrditi iz kontinuiranog sustava i ta je vrijednost prihvaćena. Osjetljivost sustava treba biti najmanje jednaka onoj postupka 1.

Novo utvrđivanje s treba primijeniti za novo razdoblje ocjenivanja.

Kontrola sukladnosti vlačne čvrstoće cijepanjem

Primjenjuje se potpoglavlje 7-00.1.5, ali koncept betonskih familija nije primjenjiv. Svaki sastav betona se prihvaća odvojeno.
Za plan uzorkovanja i ispitivanja također se primjenjuje potpoglavlje 7-00.1.5 ove knjige Tehničkih uvjeta.
Kada je uvjetovana vlačna čvrstoća betona cijepanjem, procjenu sukladnosti treba provoditi rezultatima ispitivanja dobivenim tijekom razdoblja ocjenjivanja koje ne smije prelaziti posljednjih 12 mjeseci.

Sukladnost vlačne čvrstoće betona cijepanjem procjenjuje se na uzorcima ispitanim pri 28-dnevnoj starosti, ako nije drugačije uvjetovano, za:

- grupu od "n" sukcesivnih rezultata ispitivanja (f_{vm}) (kriterij 1),
- svaki pojedini rezultat ispitivanja (f_{vi}) (kriterij 2).

Sukladnost s karakterističnom vlačnom čvrstoćom betona cijepanjem (f_{vk}) potvrđena je ako rezultati ispitivanja zadovoljavaju oba kriterija tablice 7-00.1.5-4 i za početnu i za kontinuiranu proizvodnju.

Tablica 7-00.1.5-4 Kriteriji sukladnosti vlačne čvrstoće cijepanjem

Proizvodnja	Broj "n" rezultata u grupi	Kriterij 1	Kriterij 2
		prosjek od "n" rezultata (f_{cm}), N/mm^2	pojedini rezultat (f_{vi}), N/mm^2
Početna	3	$\geq f_{vk} + 0,5$	$\geq f_{vk} - 0,5$
Kontinuirana	15	$\geq f_{vk} + 1,48s$	$\geq f_{vk} - 0,5$

Odredbe za standardnu devijaciju navedene u dijelu 7-00.1.5 treba odgovarajuće primijeniti.

Kontrola sukladnosti ostalih (drugih i posebnih) svojstava

Pod drugim svojstvima (osim čvrstće betona) razumijevaju se svojstva iz tablica 7-00.1.5-5 i 7-00.1.5-6, koja se odnose uglavnom na svježi beton i kontroliraju u svježem betonu, a pod posebnim svojstvima svojstva očvrslog betona u skladu s našim prijašnjim propisima, koja karakteriziraju trajnost, odnosno ponašanje betona u uporabi (vodonepropusnost, otpornost na smrzavanje, smrzavanje i soli za odmrzavanje i sl.).

Tablica 7-00.1.5-5 Kriteriji sukladnosti drugih svojstava

Svojstvo	Postupak ispitivanja ili utvđivanja	Minimalni broj uzoraka ili utvrđivanja	Broj prihvaćanja	Maksimalno dopušteno odstupanje pojedinog rezultata ispitivanja od granice uvjetovane klase ili tolerancije zadane vrijednosti	
				Gornja granica	Donja granica
Gustoća teškog betona	HRN EN 12390-7	kao tablicu 7-00.1.5-1 za tlač. čvrstoću	vidi tablicu 7-00.1.5-7a	-30 kg/m^3	nema ograničenja[1)]
Gustoća laganog betona	HRN EN 12390-7	kao tablicu 7-00.1.5-1 za tlač. čvrstoću	vidi tablicu 7-00.1.5-7a	-30 kg/m^3	+30 kg/m^3
v/c faktor	vidi 7-00.1.2	jedanput dnevno	vidi tablicu 7-00.1.5-7a	nema ograničenja	0,02
Količina cementa	vidi 7-00.1.2	jedanput dnevno	vidi tablicu 7-00.1.5-7a	-10 kg/m^3	nema ograničenja[1)]
Uvučeni zrak u svježem betonu	HRN EN 12350-7 za obični beton ASTM C173 za lagani beton	jedanput u danu stabilne proizvodnje	vidi tablicu 7-00.1.5-7a	-0,5 % apsolutne vrijednosti	+1,0 % apsolutne vrijednosti
Količina klorida u betonu	vidi 7-00.1.2	za svaki sastav betona i ponovo ako poraste količina klorida u bilo kojem sastavnom dijelu	0	nema ograničenja[1)]	veća vrijednost nije dopuštena

[1)] Dok se ograničenja ne uvjetuju

Druga svojstva

Uzorke betona za kontrolu sukladnosti drugih svojstava treba slučajno odabirati i uzimati prema HRN EN 12350-1. Uzorkovanje treba provoditi na svakoj familiji betona proizvedenoj u uvjetima koji se smatraju jednakim. Minimalni broj uzoraka i postupci ispitivanja trebaju biti u skladu s tablicama 7-00.1.5-5 i 7-00.1.5-6.

Tablica 7-00.1.5-6 Kriteriji sukladnosti konzistencije

Postupak ispitivanja		Minimalni broj uzoraka ili utvrđivanja	Broj prihvaćanja	Maksimalno dopušteno odstupanje pojedinog rezultata ispitivanja od granice uvjetovane klase ili tolerancije zadane vrijednosti[1)]	
				Donja granica	Gornja granica
Vizualni pregled	usporedba stvarnog i uvjetovanog izgleda betona	svaka mješavina, za vozila svaka šarža	-	-	-
Slijeganje	HRN EN 12350-2	i) učestalost kao u tablici 7-00.1.5-1 za tlačnu čvrstoću ii) pri ispitivanju količine zraka	vidi tablicu 7-00.1.5-7b	- 10 mm	+ 20 mm
		iii) u slučaju sumnje slijedom vizualnog pregleda		- 20 mm[2)]	+ 30 mm[2)]
Vrijeme vibriranja	HRN EN 12350-3		vidi tablicu 7-00.1.5-7b	- 4 sec	+ 2 sec
				- 6 sec[2)]	+ 4 sec[2)]
Stupanj zbijenosti	HRN EN 12350-4		vidi tablicu 7-00.1.5-7b	- 0,05	+ 0,03
				- 0,07[2)]	+ 0,05[2)]
Rasprostiranje	HRN EN 12350-5		vidi tablicu 7-00.1.5-7b	- 15 mm	+ 30 mm
				- 25 mm[2)]	+ 40 mm[2)]

[1)] Kad nema gornjih ni donjih ograničenja, ova odstupanja ne primjenjivati.
[2)] Primjenljivo jedino za mjerenje konzistencije od početka pražnjenja vozila (vidi 7-00.1.2).

Sukladnost drugih svojstava betona treba ocjenjivati na tekućoj proizvodnji tijekom razdoblja ocjenjivanja koje ne smije prelaziti posljednjih 6 mjeseci.

Sukladnost betona se prihvaća zadovoljavanjem sukcesivnih rezultata ispitivanja odgovarajućih uvjetovanih graničnih vrijednosti, graničnih klasa ili zadanih vrijednosti, uključujući tolerancije i maksimalno dopušteno odstupanje od uvjetovane vrijednosti.

Sukladnost traženog svojstva je potvrđena ako:

- broj rezultata ispitivanja izvan uvjetovanih graničnih vrijednosti ili graničnih klasa ili tolerancija zadanih vrijednosti, već kako odgovara, nije veći od prihvatljivog broja u tablicama 7-00.1.5-7a ili 7-00.1.5-7b kako je predočeno u tablicama 7-00.1.5-5 i 7-00.1.5-6.
- svi pojedini rezultati su unutar maksimalno dopuštenih odstupanja predočenih u tablicama 7-00.1.5-5 i 7-00.1.5-6.

Tablica 7-00.1.5-7a i 7-00.1.5-7b Kriteriji sukladnosti konzistencije

Tablica 7-00.1.5-7a - AQL = 4 %		Tablica 7-00.1.5-7b - AQL = 15 %	
Broj rezultata ispitivanja	Prihvatljivi broj	Broj rezultata ispitivanja	Prihvatljivi broj
1 - 12	0	1 - 2	0
13 - 19	1	3 - 4	1
20 - 31	2	5 - 7	2
32 - 39	3	8 - 12	3
40 - 49	4	13 - 19	5
50 - 64	5	20 - 31	7
65 - 79	6	32 - 49	10
80 - 94	7	50 - 79	14
95 - 100	8	80 - 100	21
Kada broj rezultata ispitivanja prelazi 100, odgovarajući prihvatljivi brojevi mogu se uzeti iz tablice II-A u ISO 2859-1:1989.			

Posebna svojstva

Uzorke betona za kontrolu posebnih svojstava, koja karakteriziraju trajnost, odnosno ponašanje betona pri uporabi u agresivnoj okolini treba uzimati i ispitivati prema važećim hrvatskim normama.

U tu svrhu, u uvjetima djelovanja okoline klase agresivnosti XF1 prema potpoglavlju 7-00.1.1 ove knjige Tehničkih uvjeta, beton treba zadovoljiti kriterij otpornosti na smrzavanje u 100 ciklusa prema HRN U.M1.016, u uvjetima djelovanja okoline klase agresivnosti XF3 u 200 ciklusa, a u uvjetima djelovanja okoline klasa agresivnosti XF2 i XF4 otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje u 50 ciklusa prema HRN U.M1.055. Ova ispitivanja prema postupcima u danim normama i dokaz zadovoljenja tih uvjeta treba provesti u prethodnim (početnim) ispitivanjima svake vrste (sastava) betona za tu namjenu i u kontrolnom postupku najmanje jedanput godišnje i kod svake promjene sastava betona koja može utjecati na ta svojstva.

Eventualno potrebna ostala posebna svojstva betona treba uvjetovati uvjetovatelj i utvrditi postupak, potrebnu učestalost ispitivanja i kriterije prihvaćanja ako nisu određeni odgovarajućom važećom hrvatskom normom.

Kontrola suglasnosti betona zadanog sastava i normiranog betona zadanog sastava

Sukladnost svake mješavine betona zadanog sastava treba prihvatiti prema količini cementa, maksimalnoj nominalnoj veličini zrna agregata ako je uvjetovana i, ako treba, v/c faktoru, količini kemijskog ili mineralnog dodatka.

Količina cementa, agregata (svake specificirane frakcije) i mineralnih dodataka, koje su iskazane u izvještaju proizvođača ili otisnute u iskazu betonare, moraju biti unutar tolerancija uvjetovanih vrijednosti navedenih u tablici 7-00.1.6-1, a v/c faktor treba biti u granicama ±0,04 od uvjetovane vrijednosti.

Ako je posrijedi normirani beton zadanog sastava, ekvivalentne vrijednosti mogu biti dane u odgovarajućim normama.

Kada sukladnost sastava treba prihvatiti analizom svježeg betona, proizvođač i korisnik trebaju prethodno dogovorno utvrditi postupke ispitivanja i kriterije graničnih vrijednosti uzimajući u obzir navedene granične vrijednosti i preciznost postupaka ispitivanja.

Kada sukladnost konzistencije treba prihvatiti, treba primijeniti mjerodavne uvjete iz potpoglavlja 7-00.1.5 i tablice 7-00.1.5-6. ove knjige Tehničkih uvjeta.

Za:
- tip i klasu cementa,
- tip agregata,
- tip kemijskog ili mineralnog dodatka, ako ih ima,
- izvore sastavnih materijala, ako se kemijski ili mineralni dodaci koriste

sukladnost treba prihvaćati usporedbom izvještaja proizvođača i otpremnog dokumenta za sastavne materijale s uvjetovanim podacima.

Mjere u slučaju nesukladnosti proizvoda

U slučaju nesukladnog proizvoda treba poduzeti slijedeće mjere:

- provjeriti rezultate ispitivanja i ako su neispravni, poduzeti mjere za otklanjanje pogrešaka,
- ako je nesukladnost potvrđena npr. ponovnim ispitivanjem, poduzeti popravne mjere uključujući menadžersku reviziju postupka programa kontrole,
- kad je utvrđena nesukladnost s uvjetima kakvoće, a pogreška očito nije u isporuci, obavijestiti uvjetovatelja i korisnika radi izbjegavanja bilo kakvih štetnih posljedica,
- sastaviti izvještaj o prethodno nabrojenim pitanjima.

Ako je nesukladnost posljedica dodavanja vode ili kemijskih dodataka (vidi 7-00.1.4) na gradilištu, proizvođač treba poduzeti mjere samo ako je odobrio taj dodatak.

Ako je proizvođač dao obavijest o nesukladnosti betona ili ako rezultati ispitivanja sukladnosti ne ispunjavaju zahtjeve, treba tražiti dodatno ispitivanje prema HRN EN 12390-8 na valjcima iz konstrukcije ili konstrukcijskih elemenata ili kombinirano ispitivanje valjaka i nedestruktivno ispitivanje na konstrukciji ili konstrukcijskim elementima, npr. prema HRN EN 12390-9 ili HRN EN 13296.

Uputa za prihvaćanje čvrstoće u konstrukciji ili konstrukcijskom elementu dana je u EN 13791.

Način mjerenja i obračuna isporučenih količina betona i način obeštećenja naručitelja, ako se nesukladnost određene količine isporučenog betona potvrdi, trebaju unaprijed utvrditi proizvođač betona, odnosno isporučitelj betona i naručitelj.

7-00.1.6 Kontrola proizvodnje

Proizvođač je odgovoran za besprijekorno upravljanje proizvodnjom betona. Sav beton mora biti predmet kontrole proizvodnje.

Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u sukladnosti s uvjetovanim svojstvima.

To uključuje:

- izbor materijala,
- projektiranje betona,
- proizvodnju betona,
- preglede i ispitivanja,
- uporabu rezultata ispitivanja sastavnih materijala, svježeg i očvrslog betona i opreme,
- kontrolu sukladnosti za koju su odredbe dane u potpoglavlju 7-00.1.5 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Zahtjevi za ostale aspekte kontrole proizvodnje navode se su u ovom poglavlju. Pri razmatranju tih zahtjeva treba imati na umu vrstu i veličinu proizvodnje, radne procese i dotičnu opremu. Dodatni zahtjevi mogu biti nužni u posebnim okolnostima na mjestu proizvodnje ili za posebne zahtjeve za dotičnu konstrukciju ili konstrukcijski element. Potpoglavlje 7-00.1.6 utvrđeno je preme načelima serije normi HRN EN ISO 9000.

Sustavi kontrole proizvodnje

Odgovornost, nadležna tijela i odnosi cjelokupnog osoblja koje upravlja, izvodi i verificira radove koji predodređuju kakvoću betona, moraju biti utvrđeni dokumentiranim sustavom kontrole proizvodnje. To se posebno odnosi na osoblje kojemu je potrebna organizacijska sloboda i autoritet za minimiziranje rizika od nezadovoljavajućeg betona i za identificiranje i izvještavanje o svakom problemu kakvoće betona.

Sustav kontrole proizvodnje treba uprava proizvođača revidirati najmanje svake dvije godine radi osiguranja njegove uporabivosti i učinkovitosti. Izvještaje revizije treba čuvati najmanje 3 godine, osim ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

Sustav kontrole proizvodnje treba sadržavati odgovarajuće dokumentirani postupak i upute. Taj postupak i upute treba po potrebi utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u tablicama 22, 23 i 24 EN 206. Namjeravanu učestalost ispitivanja i nadzora treba dokumentirati. Rezultate ispitivanja i kontrola treba evidentirati izvještajima.

Zapisani podaci kontrole proizvodnje i drugi dokumenti

Svi mjerodavni podaci o kontroli proizvodnje trebaju biti zapisani (sadržani u izvještajima), vidi tablicu 7-00.1.6-1. Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godina, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

Tablica 7-00.1.6-1 Zapisani podaci i mjerodavni drugi dokumenti

Predmet	Zapisani podaci i drugi dokumenti
Uvjetovani zahtjevi	ugovorni uvjeti ili ukupni zahtjevi
Cementi, agregat, kemijski dodaci, mineralni dodaci	ime dobavljača i izvora
Ispitivanje vode za izradu betona (ne trebaju za pitku vodu)	-datum i mjesto uzorkovanja, -rezultati ispitivanja
Ispitivanje sastavnih materijala	datum i rezultati ispitivanja
Sastav betona	-opis betona -izvještaj o masama sastavnih materijala u mješavini ili šarži (npr. količina cementa) -v/c faktor -količina klorida -oznaka člana familije
Ispitivanje svježeg betona	-datum i mjesto uzorkovanja -pozicija u konstrukciji, ako je poznata -konzistencija (korišteni postupak i rezultati) -gustoća -temperatura betona, kad je tražena -količina zraka, kad je tražena -količina ispitane mješavine ili šarže betona -broj i oznake uzoraka koji će se ispitati -v/c faktor, kad je tražen
Ispitivanje očvrslog betona	-datum ispitivanja -oznake i starost uzoraka -rezultati ispitivanja gustoće, čvrstoće i posebnih svojstava -posebne primjedbe (npr.neobična pogreška na uzorku)
Vrednovanje sukladnosti	sukladnost/nesukladnost s uvjetima
Dodatno za tvornički proizveden beton	-ime kupca -lokacija radova npr.gradilišta -brojevi i datumi otpremnica s ispitivanjima -otpremnice
Dodatno za predgotovljene elemente	mjerodavna norma proizvoda može tražiti dodatne ili drugačije podatke

Ispitivanje

Ispitivanje treba provoditi prema postupcima ispitivanja koji su određeni normama propisanim normom EN 206 (referentni postupci ispitivanja), ili se mogu primijeniti drugi postupci ispitivanja ako su utvrđene korelacije ili pouzdani odnosi između rezultata tih postupaka ispitivanja i referentnih postupaka.

Korekcije sigurnosti tih odnosa ili korelacija treba provjeravati u odgovarajućim intervalima. Istraživanje treba provesti odvojeno za svako mjesto proizvodnje koje radi u drukčijim uvjetima.

Sastav betona i početno ispitivanje

Za novi sastav betona treba provesti početno ispitivanje radi dobivanja betona koji će imati uvjetovana svojstva u odgovarajućem području. Početno ispitivanje nije potrebno kad su za određeni sastav ili familiju betona dostupni potrebni iskustveni podaci iz dovoljnog vremenskog razdoblja. Projekt sastava betona ili projektne relacije zavisnosti treba ponovo utvrditi kad postoji značajna promjena u sastavnim materijalima. U slučaju zadane mješavine ili normirane zadane mješavine nisu potrebna prethodna ispitivanja proizvođača.

Novi sastav betona dobiven interpolacijom između poznatih sastava betona ili ekstrapolacijom tlačne čvrstoće koja ne prelazi 5 N/mm^2 smatra se da zadovoljava uvjete početnih ispitivanja.

Sastave betona treba periodično revidirati radi osiguranja da su svi projekti sastava betona još u skladu sa stvarnim uvjetima, uzimajući u obzir promjene u svojstvima materijala i rezultate ispitivanja sukladnosti sastava betona.

Osoblje, oprema i instalacije

Znanje, uvježbanost i iskustvo osoblja uključenog u proizvodnju i kontrolu proizvodnje treba odgovarati tipu betona, npr.betona visoke čvrstoće, laganog betona.

Odgovarajuće dokaze uvježbanosti i iskustva osoblja uključenog u proizvodnju i kontrolu proizvodnje treba održavati.

Sastavni materijali trebaju biti tako uskladišteni i upotrijebljeni da im se svojstva značajnije ne mijenjaju, npr. djelovanjem klime, miješanjem ili zagađivanjem, i da im se sukladnost s odgovarajućom normom održava.

Skladišni odjeljci trebaju biti jasno označeni da se izbjegnu pogreške u upotrebi sastavnih materijala.

Treba uzeti u obzir posebne instrukcije dobavljača.

Treba omogućiti uzimanje uzoraka, npr. iz odlagališta, silosa i drugih spremnika.

Svojstva opreme za miješanje moraju biti takva da u stvarnim uvjetima osiguraju dobivanje i trajno održavanje točnosti iz potpoglavlja 7-00.1.6 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Nakon 1. siječnja 2003. točnost opreme za vaganje trebat će zadovoljavati uvjete točnosti određene Smjernicom 90/384/EEc, mjerene prema HRN EN 45501:1992 najmanje za klasu III za cement, agregat, vodu, kemijske i mineralne dodatke.

Broj intervala verifikacijske ljestvice (n) opreme za vaganje treba biti:

- za kemijske dodatke najmanje 1000,
- za cement, agregat, vodu i mineralne dodatke najmanje 500.

Točnost opreme za volumensko mjerenje treba zadovoljavati zahtjeve točnosti u OIML R 117.

Postojeća oprema za miješanje, koja ne zadovoljava ove uvjete, može se koristiti do 1. siječnja 2003., ako zadovoljava naše stare još uvijek važeće propise.

Miješalice trebaju omogućavati jednoliku distribuciju sastavnih materijala i jednoliku obradivost mješavine unutar vremena miješanja i kapaciteta miješalice.

Automiješalice i oprema za agitiranje trebaju biti tako opremljeni da omogućuju isporuku betona u homogenom stanju. Kao dodatkom trebaju biti opremljene odgovarajućom mjernom opremom i opremom za dispergiranje vode i kemijskih dodataka, ako se dodaju na gradilištu pod odgovornošću proizvođača.

Sve potrebne olakšice, oprema i instrukcije za ispravnu uporabu opreme za ispitivanje trebaju biti dostupni nadzoru i ispitivanju opreme, sastavnih materijala i betona.

Relevantna ispitna oprema treba u vrijeme ispitivanja biti kalibrirana, a program kalibriranja treba provoditi proizvođač.

Odmjeravanje sastavnih materijala

Na mjestu miješanja trebaju za mješavine, koje se proizvode, biti dostupne i jasno vidljive pisane instrukcije s pojedinostima o tipu i količini sastavnih materijala.

Tolerancije miješanja sastavnih materijala ne smiju prelaziti granične vrijednosti iskazane u tablici 7-00.1.6-2 za sve količine betona od 1 m^3 ili veće. Kada se određeni broj mješavina miješa ili ponovo miješa u mikseru, tolerancije u tablici 7-00.1.6-2 primjenjuju se na ukupnu šaržu.

Tablica 7-00.1.6-2 Tolerancije procesa miješanja sastavnih materijala

Sastavni materijali	Tolerancije
Cement Voda Ukupni agregat Mineralni dodaci pri dodavanju > 5 % mase cementa	±3 % od tražene količine
Kemijski i mineralni dodaci pri dodavanju ≤5 % mase cementa	±5 % tražene količine

Primjedba: tolerancija je razlika između zadane i izmjerene vrijednosti.

Cement, agregat i mineralne dodatke u prahu treba dozirati težinski. Drugi postupci su dopušteni ako daju traženu točnost i ako je to dokumentirano.

Voda za izradu betona, lagani agregat, kemijski dodaci i tekući mineralni dodaci mogu se dozirati težinski ili volumenski.

Miješanje betona

Sastavne materijale treba kontinuirano miješati u miješalici koja zadovoljava uvjete potpoglavlja 7-00.1.6 ove knjige Tehničkih uvjeta i to dok se ne dobije jednolik izgled mješavine. Miješalice se ne smiju opterećivati iznad deklariranog kapaciteta miješanja.

Kemijske dodatke, kad se upotrebljavaju, treba dodavati tijekom glavnog procesa miješanja, osim superplastifikatora ili plastifikatora koji se mogu dodavati nakon glavnog procesa miješanja. U ovom drugom slučaju beton treba ponovno miješati dok se kemijski dodatak potpuno ne dispergira u mješavini ili šarži i ne postane potpuno učinkovit. U kamionu

miješalici (mikseru) trajanje ponovnog miješanja nakon glavnog procesa miješanja ne smije biti manje od 1 min/m^3 ni manje od 5 min nakon dodavanja dodatka.

Kod laganog betona izmiješanog s nesaturiranim agregatom treba vrijeme od početnog miješanja do kraja konačnog miješanja (npr. ponovnog miješanja u mikseru) produžiti sve dok voda apsorbirana u agregat i evakuacija zraka iz laganog agregata ne budu ni na koji način značajnije utjecali na svojstva očvrslog betona.

Sastav svježeg betona ne smije se mijenjati nakon izlaska iz miješalice.

Slijed kontrole proizvodnje

Sastavne materijale, opremu, postupak proizvodnje i beton treba kontrolirati prema uvjetima sukladnosti i uvjetima ovih općih uvjeta. Kontrola treba biti takva da otkrije sve značajnije promjene koje utječu na svojstva i da se poduzmu odgovarajuće korektivne mjere.

Vrste i učestalost nadzora/ispitivanja sastavnih materijala trebaju biti kao u tablici 22 EN 206.

Tablica se zasniva na pretpostavci da postoji odgovarajuća kontrola proizvodnje sastavnih materijala, koju na mjestu proizvodnje materijala provodi proizvođač i da su sastavni materijali isporučeni s deklaracijom ili certifikatom sukladnosti s odgovarajućim uvjetima. Ako je nema, proizvođač betona treba kontrolirati sukladnost sastavnih materijala s odgovarajućim normama.

Kontrola opreme treba osigurati da su skladišta, mjerni uređaji, miješalica i kontrolni uređaji (npr.za mjerenje vlage agregata) u dobrom radnom stanju i da zadovoljavaju uvjete norme EN 206. Učestalost nadzora i ispitivanja opreme iskazani su u tablici 23 EN 206.

Cijeli pogon, oprema i transport trebaju biti predmet planiranog sustava održavanja i trebaju se održavati u djelotvornom radnom stanju kako ne bi utjecali negativno na količinu i kakvoću betona.

Svojstva projektiranog betona treba kontrolirati prema potrebama uvjetovanim tablicom 24 EN 206.

Svojstva betona zadanog sastava, njegovu konzistenciju i temperaturu, kada su uvjetovani, treba kontrolirati prema potrebama određenima u tablici 24 EN 206 (linije 2 do 6 i 9 do 14). Kontrola treba uključivati proizvodnju, transport do mjesta isporuke i isporuku.

Za neke betone mogu biti nužni dodatni zahtjevi kontrole proizvodnje. Za proizvodnju betona visoke čvrstoće trebaju posebno znanje i iskustvo. Oni nisu definirani ni u ovim Tehničkim uvjetima ni u normi EN 206. Dodatak H u EN 206 daje samo neke upute.

Ako je ugovor utvrdio posebne zahtjeve za beton, kontrola proizvodnje treba uključiti odgovarajuće mjere kao dodatak onih u tablicama 22 do 24 u EN 206.

7-00.1.7 Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima. U tu svrhu proizvođač mora provoditi slijedeće:

a) početno ispitivanje kad je traženo (vidi 7-00.1.6),
b) kontrolu proizvodnje (vidi poglavlje 7-00.1.6),
c) kontrolu sukladnosti (vidi poglavlje 7-00.1.5).

Ovlašteno nadzorno ili certifikacijsko tijelo treba nadzirati, ocjenjivati i certificirati sukladnost kakvoće proizvodnje betona u svim slučajevima proizvodnje betona klase iznad C 16/20 projektiranog i zadanog sastava.

Za predgotovljene betonske elemente potrebe i zahtjevi za ocjenjivanje sukladnosti nalaze se u odgovarajućim tehničkim uvjetima (normama proizvoda i tehničkim odobrenjima).

Ocjenjivanje, praćenje i certificiranje kontrole proizvodnje

Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone klase iznad C 16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim certificirati ovlašteno certifikacijsko tijelo.

Ovlašteno nadzorno tijelo treba najprije provesti početni nadzor pogona za proizvodnju betona sa svrhom utvrđivanja jesu li ispunjeni preduvjeti koji se odnose na osoblje i opremu, koji omogućuju urednu proizvodnju i odgovarajuću kontrolu proizvodnje.

Nadzorno tijelo treba provjeriti najmanje:

- proizvođačev priručnik za kontrolu proizvodnje i ocijeniti njegove odredbe, posebno je li sukladan s potrebama kontrole proizvodnje uvjetovane poglavljem 7-00.1.6 ove knjige Tehničkih uvjeta i uzima li u obzir uvjete ovih Tehničkih uvjeta,
- dostupnost tekuće dokumentacije bitne za nadzor postrojenja na odgovarajućim mjestima i jesu li su dostupni osoblju u postrojenju,
- jesu li sve potrebne mjere i oprema dostupni za provedbu potrebnih nadzora i ispitivanja opreme, sastavnih materijala i postrojenja,
- kvalifikacije osoblja za proizvodnju i kontrolu proizvodnje,
- je li početno ispitivanje provedeno prema ovim Tehničkim uvjetima i je li na odgovarajući način dokumentirano.

Ako se provodi posredno ispitivanje ili ako se sukladnost čvrstoće zasniva na preračunanim rezultatima familije betona, proizvođač treba nadzornom tijelu dokazati korelaciju ili pouzdanu vezu između neposrednog i posrednog ispitivanja.

Radi potvrđivanja valjanosti rezultata kontrole proizvodnje i povjerenja nadzornog tijela u rezultate i uvedeni sustav kontrole te u osiguranje ispravnosti kvalitete proizvodnje betona, nadzorno tijelo treba provoditi i odgovarajuća usporedna ispitivanja. Ispituje određena ili odabrana ista svojstva koja kontrolira i proizvođač prema istim normiranim postupcima. Vrstu i broj tih ispitivanja, način njihova vrednovanja i ocjenjivanja podudarnosti s rezultatima kontrole proizvodnje utvrđuje nadzorno tijelo (dok to ne specificira odgovarajuće državno tijelo zaduženo za specificiranje postupaka potvrđivanja sukladnosti građevnih proizvoda).

Opseg tih ispitivanja može nadzorno tijelo reducirati na minimalnu mjeru pa ih čak i izostaviti primijenivši opsežniju i detaljniju kontrolu proizvođačevih podataka i sustava kontrole proizvodnje ako je njegov ispitni laboratorij ovlašten i pod kontrolom je ovlaštene institucije.

Nadzorno tijelo treba po završetku početnih ispitivanja napisati posebne izvještaje o svim značajnijim činjenicama početnog nadzora, posebno opreme na mjestu proizvodnje, sustava kontrole proizvodnje i ocjene sustava. Tim izvještajem nadzorno tijelo potvrđuje je li kontrola proizvodnje betona sukladna 9. poglavlju. EN 206 (poglavlju 7-00.1.6 ovih Tehničkih uvjeta). Izvještaj prosljeđuje proizvođaču i ovlaštenom certifikacijskom tijelu, koje na osnovi toga odlučuje o potvrđivanju sukladnosti kontrole proizvodnje.

Nakon potvrđene sukladnosti kontrole proizvodnje u početnom razdoblju, nadzorno tijelo provodi rutinski nadzor nad kontrolom proizvodnje.

Načelno je predmet rutinskog nadzora nadzornog tijela da provjerava održavaju li se preduvjeti proizvodnje i usuglašene kontrole proizvodnje.

Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje. Kad se izvrše značajnije promjene uvjeta u sustavu proizvodnje ili u priručniku kontrole proizvodnje, proizvođač treba o tim promjenama obavijestiti nadzorno tijelo, koje može tražiti ponovni početni nadzor.

Tijekom rutinskog nadzora nadzorno tijelo treba ocijeniti najmanje:

- slijed proizvodnje, uzorkovanja i ispitivanja,
- zabilježene podatke,
- rezultate ispitivanja proizvodne kontrole dobivene tijekom nadzornog razdoblja,
- provođenje zahtijevanih ispitivanja i slijeda radnji s odgovarajućom učestalošću,
- programirano održavanje proizvodne opreme,
- programirano održavanje i kalibriranje ispitivačke opreme,
- mjere poduzete u slučaju bilo koje nesukladnosti,
- otpremnice i deklaracije sukladnosti gdje su uvjetovane.

Nadzorno tijelo radi potvrde valjanosti rezultata i povjerenja u uzorkovanje i ispitivanje proizvođačeve kontrole proizvodnje treba i tijekom rutinskog nadzora uzimati i ispitivati odgovarajuće kontrolne uzorke iz tekuće proizvodnje. Detaljnijom provjerom proizvođačevih podataka i sustava kontrole proizvodnje u posebnim slučajevima njihove dobre organizacije i ispravne provedbe i ovdje se opseg tih usporednih ispitivanja može svesti na minimalnu mjeru pa i potpuno izostaviti ako je ispitni laboratorij proizvođača ovlašten i pod kontrolom je ovlaštene institucije. Uzorkovanja za ova ispitivanja ne smiju se najavljivati proizvođaču.

Učestalost ovih ispitivanja i način njihove obrade i usporedbe s rezultatima kontrole proizvodnje utvrđuje za svaku proizvodnu jedinicu nadzorno tijelo dok to ne utvrdi državno tijelo zaduženo za specificiranje postupaka potvrđivanja sukladnosti građevnih proizvoda.

Kod projektiranih sastava betona treba ispitivati uvjetovana svojstva (npr. čvrstoću i konzistenciju).
Kod betona zadanog sastava ispitivanja trebaju pokrivati samo konzistenciju i sastav.

Nadzorno tijelo treba povremeno istražiti i provjeriti i korištene korelacije između rezultata neposrednih i posrednih ispitivanja i korelacije između članova familije betona.

Rutinski nadzor treba provoditi najmanje četiri do šest puta godišnje i najmanje dva puta godišnje te rezultate i ocjene dokumentirati izvještajem koje treba dostaviti proizvođaču i certifikacijskom tijelu.

U slučajevima kad:
- se rutinskim nadzorom utvrde znatna odstupanja,
- proizvodnje nije bilo duže od šest mjeseci,
- to zahtijeva proizvođač (npr. zbog promjena u uvjetima proizvodnje),
- to uz objašnjenje traži certifikacijsko tijelo,

nadzorno tijelo treba provesti izvanredni nadzor. Oblik, vrsta i vrijeme toga izvanrednog nadzora ovise o konkretnoj pojedinačnoj situaciji.

Kontrolu proizvodnje certificira certifikacijsko državno tijelo ili po njemu ovlaštena institucija na osnovi izvještaja nadzornog tijela, kojim je utvrđeno da je proizvodna jedinica zadovoljavajuće prošla početno ispitivanje kontrole proizvodnje.

Certifikacijsko tijelo ili po njemu ovlaštena institucija odlučuje o produljenju valjanosti izdanog certifikata jednom godišnje na osnovi izvještaja kontinuiranog praćenja kontrole proizvodnje.

Kad nadzorno tijelo utvrdi nesukladnost s uvjetima ili kad su u proizvodnom procesu ili u kontroli proizvodnje otkrivene pogreške na koje proizvođač nije ispravno reagirao u pravo vrijeme, certifikacijsko tijelo treba zahtijevati od proizvođača otklanjanje pogrešaka u odgovarajućem kratkom vremenu. Mjere koje u otklanjanju tih pogrešaka poduzme proizvođač treba verificirati nadzorno tijelo.

Izvanredni nadzor i dodatno ispitivanje najčešće se provode u slučajevima nesukladnosti:

- čvrstoće,
- v/c faktora,
- osnovnih ograničenja sastava,
- gustoće kod projektiranog laganog i teškog betona,
- uvjetovanog sastava betona zadanog sastava.

Ako rezultati izvanrednog nadzora ne zadovoljavaju ili ako dodatna ispitivanja ne zadovolje uvjetovane kriterije, certifikacijsko tijelo treba bez odgađanja suspendirati ili povući certifikat sukladnosti. Nakon toga proizvođaču više nije dopušteno pozivati se na certifikat.

7-00.1.8 Označavanje projektiranog betona

Kada bitna svojstva betona treba dati u obliku kratica tada se to primjenjuje na slijedeći način:

- poziv na EN 206,
- tlačnu čvrstoću: klasu tlačne čvrstoće koja je utvrđena u tablici 7-00.1.1-5 ili 7-00.1.1-6, npr. C 25/30,
- granične vrijednosti prema klasama izloženosti: oznaku klase iz tablice 7-00.1.1-1,
- maksimalnu količinu klorida: klasu utvrđenu tablicom 7-00.1.2-3, npr. Cl 0,20,
- maksimalnu nominalnu gornju veličinu zrna agregata: vrijednost D_{max} kako je utvrđena u 7-00.1.2, npr.D_{max}22,
- gustoću: oznake klase kako su dane u tablici 7-00.1.2-3 ili zadanu vrijednost, npr. D1,8,
- konzistenciju: klasom kako je utvrđena u 7-00.1.2 ili zadanom vrijednošću i postupkom.

7-00.2 UVJETI IZVEDBE BETONSKIH RADOVA

7-00.2.1 Dokumentacija

Dokumentaciju izvedbe betonskih radova čine:

- sve potrebne tehničke informacije navedene u projektu (projektne specifikacije),
- postupci izmjene projektnih specifikacija,
- zahtjevi za raspodjelu (protok) dokumenata,
- eventualne potrebe izrade plana kakvoće,
- eventualne potrebe izrade izvedbene dokumentacije.

Projektne specifikacije

Tehnička dokumentacija se sastoji od projektnog proračuna pojedinih elemenata i cijele konstrukcije i projektnih specifikacija.

Projektne specifikacije sadrže:

- konstrukcijske nacrte, koji daju sve potrebne informacije kao što su geometrija strukture, količina i pozicija armature i čelika za prednapinjanje i predgotovljenih betonskih elemenata, montažnih komada, umetaka i sl.,
- opis svih proizvoda koji će se upotrijebiti sa svim uvjetima primjene danim u nacrtima i/ili opisu radova,
- opis radova kao dokument koji opisuje razred nadzora koji će se primijeniti, sve specijalne tolerancije, zahtjeve za svojstva površinske obrade i sl.,
- opis radova koji uključuje sve zahtjeve za izvedbu radova, tj. slijed operacija, privremene podupore, radne procedure i sl.,
- specifikacije montaže odgovarajućih predgotovljenih betonskih elemeneta.

Specifikacije montaže predgotovljenih betonskih elemenata sadrže:

- nacrte montiranja koji se sastoje od planova i dijelova pozicije i spojeva elemenata u izvedenom stanju,
- montažne podatke sa svojstvima materijala u građevini i nadzorom,
- montažne instrukcije s podacima potrebnim za rukovanje, skladištenje, postavljanje, pripasivanje, povezivanje i završavanje radova.

Pretpostavlja se da projektne specifikacije sadrže sve informacije i tehničke zahtjeve nužne za izvedbu radova i suglasnosti te odobrenja dana tijekom izvedbe kao i sve norme i tehnička dopuštenja. Prije početka izvedbe bilo kojeg dijela posla projektne specifikacije za taj dio posla trebaju biti kompletirane i dostupne.

Izvedbena dokumentacija

Program kvalitete

Projektom konstrukcije treba uvjetovati izradu programa kontrole kvalitete (projekt betona) i on mora biti dostupan na gradilištu.

Posebna dokumentacija

Ako se traži bilo koja druga posebna dokumentacija, njezin tip i opseg treba utvrditi projektom konstrukcije.

Zatreba li i nadzor 2. i 3. Razreda, potrebna je i dokumentacija nadzora.

7-00.2.2 Skele i oplate

Osnovni zahtjevi

Skele i oplate, uključujući njihove potpore i temelje, treba projektirati i konstruirati tako da su:

- otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe,
- dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljenje tolerancija uvjetovanih za konstrukciju i spriječe oštećivanje konstrukcije.

Oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplate te njihovim uklanjanjem.

Skele i oplate moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme kao što je EN 1065.

Materijali

Općenito

Može se upotrijebiti svaki materijal koji će ispuniti uvjete konstrukcije navedene u poglavlju 7-00.1.2 ove knjige Tehničkih uvjeta. Moraju zadovoljavati odgovarajuće norme za proizvod ako postoje. U obzir treba uzeti svojstva posebnih materijala.

Oplatna ulja

Oplatna ulja treba odabrati i primijeniti na način da ne štete betonu, armaturi ili oplati i da ne djeluju štetno na okolinu.
Nije li namjerno specificirano, oplatna ulja ne smiju štetno utjecati na valjanost površine, njezinu boju ili na posebne površinske premaze.
Oplatna ulja treba primjenjivati u skladu s uputama proizvođača ili isporučitelja.

Skele

Utvrđeni postupak, ako je potreban, treba opisati način izvedbe i uklanjanja privremenih konstrukcija. Treba specificirati zahtjeve za rukovanje, pripasivanje, opterećivanje, postavljanje i uklanjanje.

Projekt skele treba uzeti u obzir deformacije tijekom i nakon betoniranja kako bi se izbjegle štetne pukotine u mladom betonu. To se može postići:

- ograničenjem progibanja i/ili slijeganja,
- kontrolom betoniranja i /ili specificiranjem betona npr. usporavanjem ugradnje.

Oplate

Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok ne očvrsne.

Oplata i spojnice između elemenata trebaju biti dovoljno nepropusni da spriječe gubitak finog morta.

Oplatu koja apsorbira značajniju količinu vode iz betona ili omogućava evaporaciju treba odgovarajuće vlažiti da se spriječi gubitak vode iz betona, osim ako nije za to posebno i kontrolirano namijenjena.

Unutarnja površina oplate mora biti čista. Ako se koristi za vidni beton, njezina obrada mora osigurati takvu površinu betona.

Posebne oplate

Klizanje

Pri izvedbi konstrukcije kliznom oplatom, projekt takvog sustava mora uzeti u obzir materijal oplate i osigurati kontrolu geometrije radova.

Za osiguranje traženog zaštitnog sloja betona, usklađenog s tolerancijama iz potpoglavlja 7-00.2.7 ove knjige Tehhničkih uvjeta, treba koristiti odgovarajuće vodilice ili distancere oplate od armature.

Druge posebne oplate

Zahtjeve za druge vrste posebnih oplata treba utvrditi projektnim specifikacijama.

Površinska obrada

Posebnu površinsku obradu betona, ako se traži, treba utvrditi projektnim specifikacijama. Za prihvaćanje zadane kvalitete površinske obrade mogu biti uvjetovani pokusni betonski paneli.

Vrsta i kvaliteta površinske obrade ovise o tipu oplate, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima), izvedbi i zaštiti tijekom izvedbe.

Oplatni ulošci i nosači

Općenito

Privremeni držači oplate, šipke, cijevi i slični predmeti koji će se ubetonirati u sklop koji se izvodi i ugrađeni elementi kao npr. ploče, ankeri i distanceri trebaju:

- biti čvrsto fiksirani tako da očuvaju projektirani položaj tijekom betoniranja,
- ne uzrokovati neprihvatljive utjecaje na konstrukciju,
- ne reagirati štetno s betonom, armaturom ili prednapetim čelikom,
- ne uzrokovati neprihvatljivi površinski izgled betona,
- ne štetiti funkcionalnosti i trajnosti konstrukcijskog elementa.

Svaki ugrađeni dio treba imati dovoljnu čvrstoću i krutost da zadrži oblik tijekom betoniranja. Ne smije sadržavati tvari koje mogu štetno djelovati na njih same, beton ili armaturu.

Privremeni ulošci

Udubljenja ili otvore za privremene radove treba zapuniti i završno obraditi materijalom kakvoće slične okolnom betonu, osim ako ne ostaju otvoreni ili im je drugi način obrade specificiran.

Otpuštanje skela i uklanjanje oplate

Skele ni oplata se ne smiju uklanjati dok beton ne dobije dovoljnu čvrstoću:

- otpornu na oštećenje površine skidanjem oplate,
- dovoljnu za preuzimanje svih djelovanja na betonski element u tom trenutku,
- da izbjegne deformacije veće od specificiranih tolerancija elastičnog ili neelastičnog ponašanja betona.

Rašalovanje treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preoptereti i ne ošteti.

Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preopterete. Stabilnost skela i oplate treba održavati pri oslobađanju i uklanjanju opterećenja.

Postupak podupiranja ili otpuštanja kad se primjenjuje za reduciranje utjecaja početnog opterećenja, sukcesivno optrećenje i/ili izbjegavanje velike deformacije treba detaljno utvrditi.

Ako je oplata dio sustava njegovanja betona, u vrijeme njezina uklanjanja treba uračunati odredbe točke 7-00.2.5.

7-00.2.3 Čelik za armiranje betona

Odredbe ovih uvjeta odnose se na čelik za armiranje betona i na gradilišno ili tvornički (radionički) proizvedenu armaturu.

Materijali

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete EN 10080 i uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv.

Sidreni i spojni elementi trebaju zadovoljavati uvjete ENV 1992-1-1 i uvjete projekta.

Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih.

Galvanizirana armatura može se koristiti samo u betonu s cementom koji nema štetnog djelovanja na vezu s galvaniziranom armaturom.

Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje

Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome:

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,
- savijanje čelika pri temperaturi ispod -5 °C, ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja,
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama.

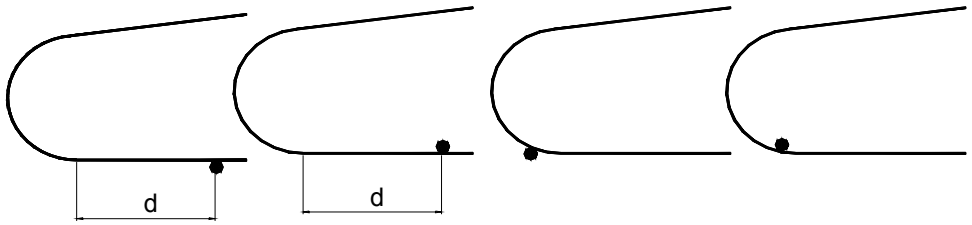
Promjer trna za savijanje šipki treba biti prilagođen stvarnom tipu armature i ne smije biti manji od veličina iskazanih u tablici 7-00.2.3-1.

Tablica 7-00.2.3-1 Najmanji promjer trna

Armatura	Kuke, pregibi, petlje		Povijene šipke		
	Promjer šipke		Najmanji zaštitni sloj betona, okomit na ravninu krivulje		
	<20 mm	≥20 mm	>100 mm i >7 ∅	>50 mm i >3 ∅	≤50 mm i >3 ∅
Glatka S 220	2,5 ∅	5 ∅	10 ∅	10 ∅	15 ∅
Rebrasta S 400, S 500	4 ∅	7 ∅	10 ∅	15 ∅	20 ∅

Za zavarenu armaturu i armaturne mreže nakon varenja promjer trna mora odgovarati tipu armature i ne smije biti manji od veličina u tablici 7-00.2.3-2.

Tablica 7-00.2.3-2 Najmanji promjer trna za zavarenu armaturu i armaturne mreže

Najmanji promjer savoja		
Varovi izvan savoja		Varovi unutar savoja
		
za d < 4 ∅: najmanji promjer savoja 20 ∅ za d ≥ 4 ∅: primijeni tablicu 7-00.2.3-1	20 ∅	20 ∅

Šipke čelične armature, zavarene mreže i predgotovljeni armaturni koševi ne smiju se oštetiti tijekom prijevoza, skladištenja, rukovanja i postavljanja u projektiranu poziciju.

Ispravljanje savijene šipke armature može biti dopušteno samo ako se (je):
- koristi posebna oprema za ograničenje lokalnih napona,
- postupak ispravljanja odobren projektnim specifikacijama.

Armatura iz kolutova ne smije se upotrebljavati ako nije dostupna odgovarajuća oprema za izravnavanje i ako postupak nije odobren.

Za hladno savijanje čelične armature moraju biti zadovoljeni sljedeći uvjeti:
- projektne specifikacije trebaju utvrditi je li ponovno savijanje na istom mjestu dopušteno,
- sredstva za zaštitu armature za kasnije spajanje treba projektirati tako da ne djeluju štetno na nosivost toga betonskog sklopa ili antikorozijsku zaštitu armature.

Zavarivanje

Zavarivanje treba zadovoljiti projektne specifikacije. Dopušteni postupci varenja uključuju:

- lučno varenje,
- plinski zaštićeno varenje,
- plameničko varenje,
- točkasto varenje.

Varenje je dopušteno jedino na armaturnom čeliku sukladnom EN 10080 i armaturnom čeliku deklarirano zavarivom.

Za konstrukcijski važno i osjetljivo varenje varilac mora imati odgovarajući certifikat. Varenje se ne smije izvoditi na savoju šipke ili blizu njega. Treba primijeniti ograničenja iz tablice 7-00.2.3-2.

Točkasto varenje je dopušteno za povezivanje armature ako nije ograničeno projektnim specifikacijama.

Nastavljanje

Šipke treba povezivati preklapanjem, kuplanjem ili varenjem prema uvjetima ENV 1992-1-1 ili projektnih specifikacija.
Vlačnu čvrstoću i žilavost (otpornost na previjanje) čeono zavarenih spojeva glavne vlačne armature treba povremeno kontrolirati i tu kontrolu planirati programom kontrole izvedbe radova.

Povezivanje i ugradnja

Armaturu treba ugraditi u projektirane pozicije. Posebnu pažnju treba posvetiti armaturi i zaštitnom sloju betona na mjestu malih otvora koji nisu tretirani u projektu.

Pretpostavlja se da projektne specifikacije daju podrobne informacije o postavljanju i razmaku šipki armature te o mjerama koje treba poduzeti na mjestima zgusnutih šipki armature.

Armaturu treba učvrstiti i osigurati njezinu poziciju tako da se zadovolje tolerancije ovih Tehničkih uvjeta. Armatura se može povezivati tankom žicom ili točkastim varenjem prema točki 7-00.2.3 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Uvjetovani zaštitni sloj betona treba osigurati pogodnih podmetačima ili uloščima. Čelični držači u dodiru s površinom dopušteni su samo u suhoj okolini, tj. klasi izloženosti X0 prema EN 206.

Zahtjev za zaštitni sloj betona treba uzeti kao nominalnu vrijednost,C_n, i računati do površine bilo koje armature, uključivo i vezne.

7-00.2.4 Prednapinjanje

Postupci prednapinjanja betona su slijedeći:

- adhezijsko prethodno napinjanje,
- adhezijsko naknadno napinjanje,
- neadhezijsko naknadno napinjanje, unutarnje ili vanjsko.

Posebnu pažnju treba posvetiti mjerama sigurnosti.
Prednapete betonske konstrukcije treba izvoditi s materijalima potvrđene sukladnosti.

Materijali za prednapinjanje

Sustavi naknadnog napinjanja

Sustav naknadnog napinjanja treba zadovoljavati uvjete tehničkog dopuštenja ili uvjete projektnih specifikacija.
Svi dijelovi primijenjenog sustava prednapinjanja moraju biti kompatibilni, tj. iz istog sustava prednapinjanja potvrđene sukladnosti.

Zaštitne cijevi

Čelične zaštitne cijevi prednapetih kabela trebaju biti sukladne normi HRN EN 523.
Zaštita kabela od nečeličnih materijala mora imati odgovarajuće tehničko dopuštenje za uporabu kao i zaštita neadhezijski prednapetih žica.

Prednapeti čelik ili zamjenjujući materijal

Kotve i prednapeti čelik (žice, užad i šipke) trebaju biti sukladni uvjetima iz točke 3.3 ENV 1992-1-1 ili ENV 10138. Materijal neadhezijskih kabela (unutarnjih ili vanjskih) treba biti sukladan uvjetima iz točke 3 ENV 1992-5.

Nečelični materijali koji se rabe za prednapinjanje kao što su ugljična, staklena ili aramidna vlakna trebaju imati odgovarajuće državno tehničko dopuštenje za uporabu.

Prednapeti čelik, sidrene elemente, vezne elemente i na gradilištu izrađene kabele treba prevoziti u čistim vozilima, u kojima nema kemijskih tvari agresivnih za čelik. Svaki dodir sa štetnim tvarima treba izbjeći posebnim pakiranjem u tvornici ili podupiranjem čelika na način koji će spriječiti dodir s površinom vozila. Prijevoz vodom nije dopušten bez odgovarajućeg pakiranja.

Promjer šipki koje se mogu prevoziti i skladištiti u kolutovima treba biti odobren.
Prednapeti čelik ne smije se skladištiti u dodiru s tlom ni izložiti kiši. Treba dati prednost skladištenju prednapetog čelika u zatvorenim prostorijama relativne vlažnosti ispod 60 %.

Kabele izrađene na gradilištu u cijevima treba na krajevima zaštititi od prodora vlage, prije svega od kondenzacije, i poduprijeti na razmacima koji neće ugroziti stabilnost ni nepropusnost cijevi.

Sidreni elementi i pribor

Sidreni elementi i pribor sustava prednapinjanja moraju biti prepoznati kao oni koji su uvjetovani ili dopušteni.

Podupirači kabela

Podupirači kabela:

- ne smiju štetno djelovati ni na čelik ni na beton,
- trebaju biti dovoljno čvrsti da osiguraju stabilni položaj kabela u projektiranoj poziciji,
- ne smiju oštetiti zaštitu.

Razmak podupirača kabela treba biti takav da osigura sukladnost s traženom linijom i nivoom.

Cementna injekcijska smjesa

Cementna smjesa za injektiranje kabela treba biti sukladna uvjetima HRN EN 447.

Ulje, vosak ili drugi proizvodi

Ulje, vosak ili drugi slični proizvodi za zapunjavanje kabelskih cijevi i ankera trebaju biti sukladni uvjetima ENV 1992-1-5.

Dokumentacija

Projektne specifikacije i izvedbena dokumentacija koja se odnosi na prednapinjanje, identifikacijska dokumentacija i dokumentacija odobravanja materijala i/ili kabela treba biti dostupna na gradilištu.

Materijali isporučeni gradilištu trebaju biti isporučeni s otpremnim dokumentom. Materijale bez ispravnog otpremnog dokumenta treba zabraniti.

Otpremne dokumente, izvještaje ispitivanja i nesukladnosti treba uključiti u izvještaj ispitivanja.

Prijevoz i skladištenje

Materijale osjetljive na koroziju kao npr. prednapeti čelik, zaštitne cijevi, sidrene elemente, spojne elemente, prednapete kabele i kabele proizvedene na gradilištu treba zaštititi od štetnih utjecaja tijekom prijevoza i skladištenja kao i ugrađene u konstrukciju do izvedbe stalne zaštite. Značajno korodirale materijale treba zamijeniti sukladnim materijalima.

Cement i suhe mineralne i kemijske dodatke za injekcijsku smjesu treba zaštititi od vode i vlage tijekom prijevoza i skladištenja.

Izrada kabela

Prednapete kabele treba opremiti u skladu s odgovarajućim tehničkim dopuštenjem primijenjenog sustava prednapinjanja.

Tip i klasu prednapetog čelika treba registrirati u izvještaju nadzornog inženjera.

Varenje prednapetog čelika ili ankera, autogeno rezanje kisikom ili varenje u blizini prednapetog čelika nije dopušteno. Nije dopušteno ni varenje čeličnih spirala za raspodjelu tlaka, ni ankernih ploča ni točkasto varenje perforiranih ploča osim ako to nije drugačije utvrđeno projektnim specifikacijama.

Zaštitne cijevi i njihovi spojevi trebaju biti vodonepropusni.

Druge zaštite i njihovi spojevi trebaju zadovoljavati iste uvjete kao i zaštitne cijevi.

Sredstva za brtvljenje cijevi ne smiju sadržavati kloride.

Prednapeti čelik se može rezati disk-rezačima.

Ugradnja kabela

Općenito

Prednapete kabele treba postaviti i osigurati na način koji održava njihovu poziciju u ovdje dopuštenim granicama.
Kabeli trebaju imati ravan ulaz u sidrišta i spojeve.

Prethodno napeti kabeli

Nevezane dijelove prednapetog čelika (izvan betona) treba primjereno zaštititi od korozije.

Naknadno napeti kabeli

Otvore zaštitnih cijevi treba na oba kraja i na mjestima mogućeg prodora zraka ili vode zaštititi.

Otvore treba ispravno označiti radi prepoznavanja kabela.
Zaštitne cijevi treba osigurati od oštećenja ugradnjom i zbijanjem betona.

Otpornost zaštitnih cijevi na deformiranje može se postići uporabom dovoljno čvrstog lima ili privremenim podupiračima od polietilenskih ili sličnih cijevi.

Unutarnji i vanjski adhezijski nevezani kabeli

Adhezijski nevezane kabele i unutarnjeg i vanjskog prednapinjanja treba primjereno zaštititi od vlage.

Unošenje sile

Napinjanje treba biti u skladu s prethodno utvrđenim i odobrenim programom. Silu i izduženje treba registrirati izvještajem nadzornog inženjera.

Pisane instrukcije unošenja sile trabaju biti dostupne na gradilištu.

Elementi unošenja sile trebaju biti izabrani iz onih koji su dopušteni primijenjenim sustavom prednapinjanja.

Pravovaljani izvještaji kalibriranja elemenata mjerenja sile trebaju biti dostupni na gradilištu prije početka napinjanja.

Primjena i/ili prijenos prednapona na konstrukciju trebaju biti postupni i dopušteni su jedino kad je čvrstoća betona sukladna uvjetima iz točke 4.2.3.5.7 ENV 1992-1-1 i jednaka je ili manja od najmanje tlačne čvrstoće tražene primijenjenim sustavom prednapinjanja.

Od posebne je važnosti odgovarajuća čvrstoća betona u području sidrenja.

Ako se tijekom unošenja sile u naknadno napete kabele računsko izduženje ne dobiva u granicama ± 5 % uvjetovane ukupne sile ili unutar ± 10 % uvjetovane sile za jedan kabel, treba poduzeti mjere predviđene projektnim specifikacijama. Jednako treba postupiti i ako se tijekom unošenja sile u prethodno napete kabele računsko izduženje ne dobiva u granicama ± 3 % uvjetovane ukupne sile ili unutar ± 5 % uvjetovane sile za jedan kabel.

Rezultate primijenjenog programa napinjanja i njegove sukladnosti ili nesukladnosti s uvjetima treba unijeti u izvještaj nadzornog inženjera.

Unošenje sile je složen postupak s velikim silama u sidrištima i prednapetim kabelima pa traži odgovarajuće mjere sigurnosti i kontrolu iskusnog osoblja.

Prethodno napeti kabeli

Ako se beton ne može ugraditi tijekom traženog vremena, nakon unošenja sile, treba poduzeti privremene mjere zaštite koje neće štetiti adheziji ni štetno djelovati na čelik i/ili beton.

Kao dodatak uvjetima iz 7-00.2.4 programom unošenja sile treba uvjetovati:

- svaki posebni odsječak napinjanja,
- tlak na preši i njemu ekvivalentnu silu koja se dobiva,
- najmanji i najveći dopušteni napon u kabelu i njihov odraz na sidrištu,
- traženu čvrstoću betona u vrijeme otpuštanja sile prednapinjanja.

Operativnu pogodnost ponovno uporabljenih elemenata sidrenja treba dokazati provjerom.

Naknadno napeti kabeli

Unošenje sile nije dopušteno pri temperaturi okoline ispod -10 °C, osim ako to nije drugačije utvrđeno u projektu konstrukcije.

Unošenje sile nije dopušteno u beton temperature ispod + 5°C, osim ako je postupak sukladan posebnim uvjetima danim u projektu konstrukcije.

U slučaju odstupanja od planiranog ponašanja tijekom unošenja sile nije dopušteno otpuštanje ni injektiranje kabela. Ne smiju se u tom slučaju poduzimati radovi koji mogu štetno djelovati na ponovno napinjanje. Sve te radove treba odgoditi dok se ne odobri revidirani izvještaj o napinjanju.

Kao dodatak uvjetima iz 7-00.2.4, programom unošenja sile treba uvjetovati:

- sustav prednapinjanja koji će se upotrijebiti,
- tip i klasu prednapetog čelika,
- broj šipki, žica i užadi u svakom kabelu,
- traženu čvrstoću betona za napinjanje,
- redoslijed napinjanja kabela,
- računski napon i silu kao i izduženje kabela,
- odgovarajuće popuštanje na sidrištu,
- svako nužno djelomično ili puno oslobađanje skele.

U izvještaju treba registrirati sljedeće:

- verifikaciju čvrstoće betona tražene za unošenje sile,
- tip uporabljene opreme za unošenje sile,
- izmjerenu silu na preši i izduženje kabela na svakom stadiju napinjanja,
- zapaženo popuštanje ankera,
- svaki značajniji otklon od računske sile ili izduženja,
- oslobađanje skele ako je uvjetovano.

Unutarnji ili vanjski adhezijski nevezani kabeli

Uvjeti iz prethodne točke vrijede i za unutarnje ili vanjsko napinjanje adhezijski nevezanih kabela.

Zaštitne mjere (injektiranje, uljenje i betoniranje)

Za pripremu i primjenu zaštite moraju postojati pisane instrukcije (upute). Oprema za injektiranje treba biti sukladna uvjetima HRN EN 446 i odabrana iz one odobrene sustavom prednapinjanja.

Rezultati nadzora i potvrda sukladnosti sa zahtijevanom zaštitom trebaju biti registrirani u izvještaju nadzora. Ankerne glave i ankernu zonu treba zaštititi od korozije kao i same kabele.

Prethodno napeti kabeli

Krajeve kabela treba zaštiti od korozije.

Naknadno napeti adhezijski vezani kabeli

Injektiranje naknadno napetih adhezijski vezanih kabela treba biti sukladno uvjetima HRN EN 446 i HRN EN 447.

Ako se prodor vode ili prekomjerne vlage može spriječiti i ako to projektnim specifikacijama nije drugačije uvjetovano, preporučuju se slijedeća izvedbena razdoblja:

- najviše 12 tjedana između izrade kabela i injektiranja,
- najviše 4 tjedna u oplati prije betoniranja,
- približno 2 tjedna u napetom stanju prije zaštite.

Ako se prethodno razdoblje između napinjanja i injektiranja prijeđe, privremenu zaštitu treba održavati na odobreni način. Pogodnu zaštitu može pružiti propuhivanje kabela osušenim zrakom ili dušikom u odgovarajućim intervalima vremena.

Vanjski ili unutarnji adhezijski nevezani kabeli

Injekcijska smjesa injektiranjem zaštićenih vanjskih kabela treba biti sukladna uvjetima iz točke 7-00.2.4 ove knjige Tehničkih uvjeta.

U drugim slučajevima zaštitne cijevi i ankerne glave kabela treba zapuniti uvjetovanim postupkom nekorozivnim uljem ili voskom sukladnim uvjetima ENV 1992-1-5.

Injektiranje

Proces miješanja (odmjeravanje, v/c faktor, postupak, vrijeme) treba osigurati zahtijevana svojstva sukladna HRN EN 446 i HRN EN 447 ili uvjete projektnih specifikacija.

Injektiranje treba biti sukladno uvjetima HRN EN 446 ili projektnim specifikacijama.

Uvjetovana svojstva injekcijske smjese treba ispitivanjima potvrditi, a vrstu i broj ispitivanja planirati programom kontrole kvalitete izvedbe radova.

Cijevi velikog promjera, vertikalne ili kose cijevi, naknadno injektiranje, kad se traže, trebaju biti sukladni uvjetima iz točke 7.8 HRN EN 446.

Injektirani volumen treba biti usporediv s teoretskim slobodnim volumenom cijevi. Svaku prazninu u cijevima treba vakuumirati ili ponovo injektirati.

U slučaju vakuumiranja slobodni volumen u cijevima treba mjeriti. Količina injektirane smjese treba biti usporediva s tim volumenom.

Uljenje

Uljenje treba provesti neprekinutom stalnom brzinom.

Volumen treba biti usporediv s teoretskim slobodnim volumenom cijevi. U obzir treba uzeti promjenu volumena ulja s temperaturom.

Po završetku uljenja neželjeni gubitak ulja iz cijevi treba spriječiti brtvljenjem cijevi pod tlakom.

7-00.2.5 Betoniranje

Uvjeti kakvoće betona

Beton treba biti specificiran (uvjetovan) i proizveden prema uvjetima EN 206 i ovoj knjizi Tehničkih uvjeta.
Prije početka betoniranja treba provjeriti da su specificirane sve potrebe koje se odnose na izvedbu betonskih radova.

Isporuka, preuzimanje i gradilišni prijevoz svježeg betona

Nadzor i kontrolu kakvoće betona treba provesti na mjestu ugradnje, i to najmanje u opsegu utvrđenom iz točke 7-00.2.8 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Među ostalim, treba prije istovara betona provjeriti otpremni dokument i parafom potvrditi izvršeni nadzor. Tijekom istovara treba vizualno kontrolirati beton i ako se pri tome uoči neuobičajen izgled betona (drugačija boja npr. ili konzistencija), istovar treba prekinuti.

Tijekom utovara, prijevoza, istovara i prijenosa na gradilištu treba izbjeći ili svesti na najmanju mjeru štetne promjene svježeg betona kao što su segregacija, izdvajanje vode, gubitak finog morta ili bilo koje druge.

Kad je to uvjetovano točkom 7-00.2.8 ove knjige Tehničkih uvjeta, uzorke za identifikacijsko ispitivanje treba uzeti na mjestu ugradnje ili u slučaju tvornički proizvedenog betona na mjestu isporuke.

Kontrola prije betoniranja

Za izvedbe pod nadzorom drugog i trećeg razreda treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovom knjigom Tehničkih uvjeta.

Treba po potrebi izvesti početno ispitivanje betoniranja pokusnom ugradnjom i to prije izvedbe dokumentirati.

Treba kompletirati sve pripremne radnje, provjeriti i dokumentirati prema uvjetima propisanog razreda nadzora prije no što ugradnja betona počne.

Konstrukcijske spojnice moraju biti čiste i navlažene.

Oplatu treba očistiti od prljavštine, leda, snijega ili vode.

Ako se beton ugrađuje izravno na stjenovito tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode.

Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom od najmanje 5 cm odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona.

Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere.

Predviđa li se temperatura okoline ispod 0°C u vrijeme ugradnje betona ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od oštećenja smrzavanjem.

Površinska temperatura betona spojnice prije betoniranja idućeg sloja treba biti iznad 0°C.
Ako se predviđa visoka temperatura okoline u vrijeme betoniranja ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od tih negativnih djelovanja.

Projektom konstrukcije treba specificirati temperature okoline pri kojima treba poduzimati odgovarajuće mjere zaštite betona od oštećivanja.

Ugradnja i zbijanje

Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonom i osigura zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija te beton dobije traženu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene presjeka, suženja presjeka, uz otvore, na mjestima zgusnute armature i prekida betoniranja.

Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba uložiti što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu. Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti kroz oplatu i armaturu.

Normalna debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertiklanim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira. Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih šipki armature.

Vibriranje površinskim vibratorima treba izvoditi sustavno dok se iz betona oslobađa zarobljeni zrak. Prekomjerno površinsko vibriranje koje slabi kvalitetu površinskog sloja betona treba izbjeći. Kad se primjenjuje samo površinsko viriranje, debljina sloja nakon vibriranja obično ne treba prelaziti 100 mm, osim ako nije prethodno eksperimentalno dokazano drugačije. Korisno je dodatno vibriranje površina uz podupore.

Brzina ugradnje i zbijanja betona treba biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno niska da se izbjegnu pretjerana slijeganja ili preopterećenje oplate i skela. Hladna spojnica se može stvarati tijekom betoniranja, ako beton ugrađenog sloja veže prije ugradnje i zbijanja narednog. Dodatni zahtjevi na postupak i brzinu ugradnje betona mogu biti potrebni kod posebnih zahtjeva za površinsku obradu.

Segregaciju betona treba pri ugradnji i zbijanju svesti na najmanju mjeru.

Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštiti od insolacije, jakog vjetra, smrzavanja, vode, kiše i snijega.

Lakoagregatni beton ne treba pumpati, osim ako nije dokumentirano da pumpanje nema značajan utjecaj na čvrstoću očvrslog betona.
Naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih otvrđivača ili sličnih materijala nije dopušteno, osim ako nije projektom posebno uvjetovano.

Njegovanje i zaštita

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:

- da se skupljanje svede na najmanju mjeru,
- da se postigne potrebna površinska čvrstoća,
- da se osigura dovoljna trajnost površinskog sloja,
- od smrzavanja,
- od štetnih vibracija, udara ili drugih oštećivanja.

Projektne specifikacije mogu sadržavati dodatne uvjete za:

- najveću temperaturnu razliku po presjeku izbetoniranog elementa,
- najveću temperaturnu razliku između izbetoniranog elementa i prethodnog,
- temperaturu agregata,
- motrenje tijekom građenja.

Pogodni su sljedeći postupci njegovanja primijenjeni odvojeno ili uzastopno:

- držanje betona u oplati,
- pokrivanje površine betona paronepropusnim folijama, posebno učvršćenim i osiguranim na spojevima i na krajevima,
- pokrivanjem vlažnim materijalima i njihovom zaštitom od sušenja,
- držanjem površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem,
- primjenom zaštitnog premaza utvrđene uporabivosti (potvrđene certifikatom ili tehničkim dopuštenjem).

Pri uporabi betona visoke čvrstoće treba posebnu pažnju posvetiti zaštiti od pucanja betona zbog plastičnog skupljanja.

Postupci njegovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom. Prirodno njegovanje je dovoljno ako su uvjeti u cijelom razdoblju potrebnog njegovanja takvi da je brzina evaporacije vlage iz betona dovoljno niska, npr. u vlažnom, kišnom ili maglovitom vremenu.

Njegovanje površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremeno njegovanje treba primijeniti i prije površinske obrade.

Trajanje primijenjenog njegovanja treba biti funkcija razvoja svojstava betona u površinskom sloju ovisno o omjeru:

- čvrstoće i zrelosti betona,
- oslobođene topline i ukupne topline oslobođene u adijabatskim uvjetima.

Za beton koji će u eksploataciji biti izložen uvjetima agresivnosti razreda X0 ili XC1 najmanje razdoblje njegovanja treba biti 12 sati, pod uvjetom da vezanje ne nastupi iznad 5 sati i temperatura površine betona bude veća ili jednaka 5 °C.

Ako projektom konstrukcije nije drugačije (strože) uvjetovano, beton za uporabu u uvjetima agresivnosti okoline razreda izvan X0 ili XC1 treba njegovati dok površinski sloj betona ne dosegne najmanje 50 % uvjetovane tlačne čvrstoće. Iskustveno se taj uvjet, iskazan vremenski, može kontrolirati prema podacima danim u tablici 7-00.2.5-1.

Ako se razvoj topline koristi za mjerenje razvoja svojstava betona, omjer topline i odgovarajuće čvrstoće treba prethodno utvrditi ili odobriti ovlaštena institucija.

Tablica 7-00.2.5-1 Najmanje razdoblje njegovanja betona za klase izloženosti betona drugačije od X0 i XC1

Površinska temperatura betona,°C	Najmanje razdoblje njegovanja, dana[1),2)] Razvoj čvrstoće betona[4)] (f_{cm2}/f_{cm28}) = r			
	brz, r ≥ 0,50	srednji, r = 0,30	spor, r = 0,15	vrlo spor, r < 0,15
T ≥ 25	1,0	1,5	2,0	3,0
25 > T ≥ 15	1,0	2,0	3,0	5
15 > T ≥ 10	2,0	4,0	7	10
10 > T ≥ 5[3)]	3,0	6	10	15

Primjedbe:
1 - dodajući svako vrijeme vezanja iznad 5 sati
2 - linearna interpolacija između vrijednosti u redovima je moguća
3 - za temperature ispod 5°C trajanje treba produžiti za razdoblje jednako vremenu ispod 5°C
4 - razvoj čvrstoće betona je omjer između srednje tlačne čvrstoće betona nakon 2 dana i srednje tlačne čvrstoće betona nakon 28 dana

Pobliža određenja razvoja svojstava betona mogu se temeljiti na jednom od slijedećih postupaka:

- računu zrelosti iz mjerenja temperature na dubini najviše 10 mm u betonu ispod površine ,
- računu zrelosti iz mjerenja srednjih dnevnih temperatura zraka,
- temperaturi grijanja,
- drugim pogodnim postupcima.

Račun zrelosti treba se zasnivati na odgovarajućoj funkciji zrelosti, dokazanoj za tip cementa ili kombinaciju cementa i uporabljenog mineralnog dodatka.

Projektom konstrukcije treba utvrditi potrebno povećano razdoblje njegovanja površina betona izloženih abraziji ili drugim oštrim uvjetima kako bi se dobio uvjetovani povećani omjer čvrstoće.

Primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnicama, na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na površinama na kojima treba osigurati vezu s drugim materijalima, osim ako se prethodno potpuno ne uklone prije te slijedeće operacije ili ako dokazano ne djeluju štetno na tu slijedeću operaciju.

Ako projektnim specifikacijama nije naglašeno dopušteno, zaštitni premazi se ne smiju koristiti ni na površinama s uvjetovanim posebnim izgledom površine.

Zaštitni premazi mogu penetrirati u beton i biti teško uklonjivi, pa ih treba ukloniti pjeskarenjem ili visokim tlakom vode.

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 N/mm^2). Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65°C.

Mogući negativni utjecaji visokih temperatura betona tijekom njegovanja uključuju:

- značajno smanjenje čvrstoće,
- značajno povećanje poroznosti,
- odloženo formiranje etringita,
- povećanje razlike temperature betoniranog i prethodnog elementa.

Aktivnosti poslije betoniranja

Nakon skidanja oplate nadzorni inženjer treba prema uvjetovanom razredu nadzora provesti kontrolu površine betona i potvrditi sukladnost za zahtjevima.

Površinu betona treba tijekom izvedbe zaštititi od oštećivanja i remećenja površinske teksture.

Potrebe ispitivanja betona na građevini (svojstvo, učestalost i kriterije sukladnosti) treba prema uvjetima iz točke 7-00.2.8 ove knjige Tehničkih uvjeta i uvjetima izvedbe i eksploatacije građevine utvrditi projektom konstrukcije i planom kontrole kvalitete izvedbe radova.

Specijalni postupci izvedbe

Specijalne postupke izvedbe treba specificirati posebnim opisom postupka i sve promjene usuglasiti projektom konstrukcije.

Izvedbu posebnim betonom kao što je lakoagregatni beton, beton visoke čvrstoće, teški beton, beton u vodi treba također specificirati projektom konstrukcije.

Beton za klizanje treba imati odgovarajuće vrijeme vezanja. Klizanje treba izvoditi prikladnom opremom i postupkom osiguravajući da se dobiju uvjetovani zaštitni slojevi armature, kakvoća betona i površinska obrada. Klizanje treba kontrolirati iskusan stručnjak za taj postupak izvedbe.

Treba izbjegavati izvedbu kliznom oplatom armiranobetonskih konstrukcija u uvjetima agresivnog djelovanja okoline klase XS3.

Betoniranje složenih konstrukcija

Betoniranje složenih konstrukcija treba biti sukladno ovim Tehničkim uvjetima. Potrebne dodatne uvjete treba specificirati projektom.

7-00.2.6 Izvedba s predgotovljenim i na gradilištu proizvedenim elementima

Ovim su Tehničkim uvjetima utvrđeni zahtjevi izvedbenih operacija koje uključuju konstrukcijske elemente proizvedene na gradilištu ili predgotovljene konstrukcijske elemente od njihova preuzimanja na gradilištu do postavljanja i konačnog prihvaćanja.

Uporabu na gradilištu proizvedenih ili predgotovljenih betonskih elemenata treba riješti verificiranim projektom koordinacije između njih i ponašanja cijele konstrukcije.

Tvornički proizvedeni (predogotovljeni) elementi

Tvornički proizvedeni (predgotovljeni) betonski elementi do preuzimanja na gradilištu u području su odgovarajuće hrvatske norme ili tehničkog dopuštenja, ako nema odgovarajuće norme.

Dijelovi proizvedeni na gradilištu

Dijelovi proizvedeni na gradilištu mogu se tretirati kao predgotovljeni elementi ako zadovoljavaju odgovarajuću hrvatsku normu.

Na gradilištu proizvedeni elementi koji nisu sukladni ni s kojom hrvatskom normom ne mogu se smatrati predgotovljenim elementima. Njihova je proizvodnja propisana ovim Tehničkim uvjetima.

Uvjeti operacija koje slijede nakon proizvodnje elemenata proizvedenih na gradilištu isti su kao i za tvornički proizvedene predgotovljene elemente.

Rukovanje i skladištenje

Rukovanje, skladištenje i zaštitu predgotovljenih elemenata treba provoditi u skladu s projektnim uvjetima.

Rukovanje

Shema dizanja koja sadrži točke i sile ovješenja, opis sustava dizanja, i kad je potrebno svaki posebni zahtjev, moraju biti dostupni na gradilištu. Ukupna težina i moguća odstupanja moraju biti dani za svaki element.

Skladištenje

Instrukcije za skladištenje elementa trebaju utvrditi poziciju skladištenja i dopuštene točke oslanjanja, maksimalnu visinu odlaganja, zaštitne (sigurnosne) mjere kad su potrebne i sve što je potrebno za održanje stabilnosti.

Postavljanje i pripasivanje

Zahtjeve za postavljanje i pripasivanje predgotovljenih elemenata treba dati u izvedbenim specifikacijama. Prije svake isporuke predgotovljenih elemenata izvedbene specifikacije za rukovanje s njime i moguće skladištenje na gradilištu trebaju biti dostupne na gradilištu.

Radni program s fazama operacija na gradilištu mora biti dostupan na gradilištu.

Izvedba ne smije započeti dok se prethodne točke zadovoljavajuće ne potvrde.

Postavljanje

Izvedbene specifikacije trebaju utvrditi raspored oslonaca, potrebnih podupora i po potrebi privremena osiguranja stabilnosti. Kad je potrebno, u izvedbenim specifikacijama treba naznačiti osi i radnu poziciju vođenja elementa i dostizanja dispozicije dizanja.

Treba primijeniti konstruktivne mjere koje osiguravaju učinkovitost i stabilnost privremenih i trajnih podupora. Te mjere trebaju moguća oštećenja i neodgovarajuća ponašanja svesti na najmanju moguću mjeru.

Izvedba predgotovljenih elemenata mora biti sukladna planovima i detaljnim nacrtima opreme i dijelovima programiranih operacija.

Tijekom postavljanja treba provjeriti točnu poziciju elementa, dimenzionalnu točnost oslonaca, uvjete spojnica i iznad svega raspored konstrukcije te provesti potrebna pripasivanja.

Spajanje i kompletiranje

Prije povezivanja montiranih predgotovljenih elemenata i prije bilo koje faze završnih radnji treba provesti detaljan nadzor i kontrolu postavljanja.

Završni rad treba izvesti prema zahtjevima danim u izvedbenim specifikacijama, uzimajući u obzir konkretne klimatske uvjete.

Radovi na građevini

Svaka ugradnja dodatne armature u završnim radovima treba biti sukladna točkama 7-00.2.3 i 7-00.2.4 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Betoniranje na građevini treba biti u skladu s točkom 7-00.2.5.

Konstrukcijske spojnice

Spojni dijelovi bilo kojeg tipa trebaju biti neoštećeni, točno postavljeni i ispravno izvedeni tako da osiguraju učinkovito ponašanje konstrukcije. Zalivene i lijepljene spojeve treba izvesti prema specifičnoj tehnologiji prilagođenoj upotrijebljenom materijalu.

Pretpostavlja se da projektne specifikacije sadrže zahtjeve koji će osigurati da:

- spojnice imaju veličinu kompatibilnu s postupkom lijepljenja,
- čelični umeci bilo kojeg tipa, upotrijebljeni za povezivanje, ispravno su zaštićeni od korozije i požara izborom odgovarajućeg materijala ili zaštitnim slojem,
- varenje konstrukcijskih spojeva izvedeno je zavarivim materijalima i kontrolirano.

7-00.2.7 Geometrijske tolerancije

Izvedene dimenzije konstrukcija trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:

- mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju,
- ponašanje tijekom uporabe građevine,
- kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstrukcijskih dijelova.

Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koje nemaju značajniji utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije mogu se zanemariti.

Ovo poglavlje sadrži vrste geometrijskih odstupanja koje su mjerodavne za građevinske konstrukcije. Numeričke vrijednosti su iskazane za konstrukcijske tolerancije, tj. tolerancije koje utječu na sigurnost konstrukcije. Utvrđene su konstrukcijske tolerancije prvog razreda.

Nisu navedene dopuštene vrijednosti za tolerancije drugog razreda. Tolerancije drugog razreda može dati projektant. Ako nije drugačije utvrđeno projektnim specifikacijama, primjenjuju se ovdje iskazane tolerancije prvoga razreda.

Tolerancije prvog razreda, nominirane kao normalne tolerancije, odgovaraju projektnim pretpostavkama ENV 1992 i traženoj razini sigurnosti.

Zahtjevi ovog poglavlja odnose se na ukupnu konstrukciju. Kod pojedinih dijelova svaka međukontrola tih dijelova mora poštivati uvjete konačne kontrole izvedene konstrukcije.

Zahtjev posebnih tolerancija treba utvrditi projektnim specifikacijama, pri čemu treba dati slijedeće informacije:

- bilo koji dodatak dopuštenim odstupanjima danim u ovim uvjetima,
- bilo koji daljnji tip odstupanja koji će se kontrolirati zajedno s utvrđenim parametrima i dopuštenim vrijednostima,
- primjenjuju li se ove posebne tolerancije na sve dijelove ili na određene dijelove koji su nominirani.

Tolerancije površina između pojedinih dijelova preko kojih se sile prenose u punom dodiru nisu utvrđene u ovim uvjetima. Bilo koje zahtjeve za ove površine treba utvrditi projektnim specifikacijama.

Tolerancije za dijelove izbetonirane pod vodom nisu utvrđene u ovim Tehničkim uvjetima.

Ako je određeno geometrijsko odstupanje pokriveno različitim zahtjevima (preuvjetovano), primjenjuje se stroži uvjet.

Ovi uvjeti ne sadrže zahtjeve kombiniranih (složenih) geometrijskih tolerancija i konstrukcijskih deformacija.

Referentni sustavi

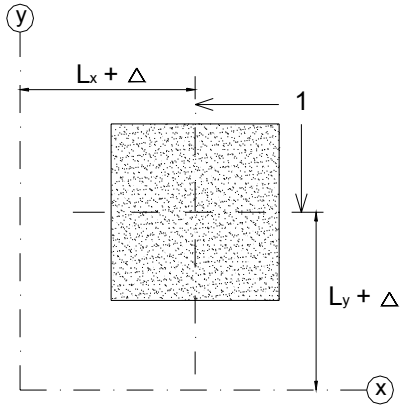
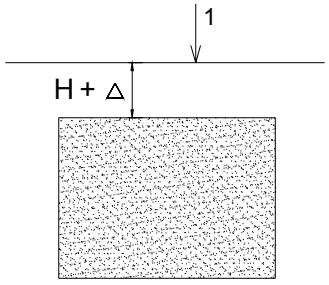
Tolerancije pozicije u ravnini odnose se na sekundarnu liniju u ravnini.

Tolerancije vertikalne pozicije (po visini) odnose se na sekundarnu vertikalnu liniju (po visini). Bilo koji zahtjev za sekundarnu liniju treba utvrditi projektnim specifikacijama.

ISO 4463-1 (Mjerni postupci za građevine. Mjerenje - dio 1: Planiranje i organizacija mjernog postupka, kriteriji prihvaćanja) daje upute za utvrđivanje sekundarnih linija.

Bazni oslonci (temelji)

Bazni oslonci mogu biti temelji neposredno na tlu, glave pilota i sl. Preporučene vrijednosti za poziciju centara baznih oslonaca prikazani su na slici 7-00.2.7-1.

N°	**Tip odstupanja**	**Opis**	**Dopušteno odstupanje**
a	Horizontalni presjek:  1 osne linije oslonca y sekundarna linija u y-smjeru x sekundarna linija u x-smjeru	Pozicija u ravnini baznog oslonca u odnosu na sekundarnu liniju	± 25 mm
b	Vertikalni presjek:  1 - sekundarna razina H - tražena udaljenost	Vertikalna pozicija baznog oslonca u odnosu na sekundarnu razinu	± 20 mm

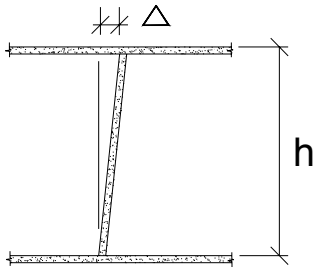
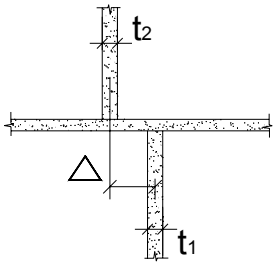
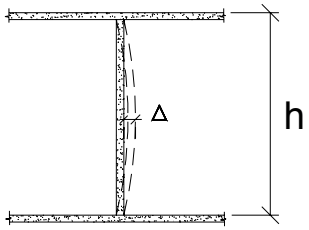
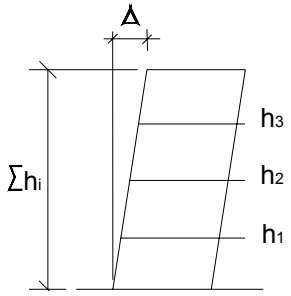
Slika 7-00.2.7-1 Dopuštena odstupanja položaja baznog oslonca (temelja)

Temelj na tlu može biti neposredno izbetoniran ili napravljen od predgotovljenog elementa.

Tolerancije dubokih temelje kao što su piloti, dijafragme, specijalni ankeri i sl. nisu dane u ovim uvjetima.

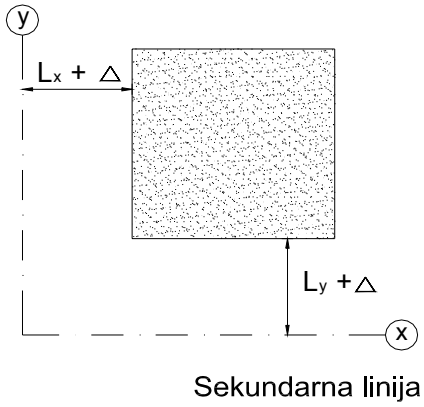
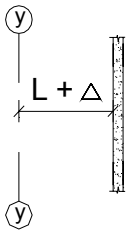
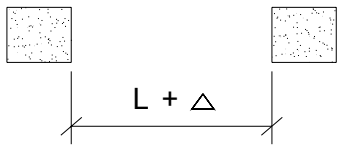
Stupovi i zidovi

Na slici 7-00.2.7-2 prikazane su vrijednosti dopuštenih konstrukcijskih odstupanja stupova i zidova.

N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a		Otklon stupa na bilo kojoj razini u jednoetažnoj ili mnogoetažnoj građevini	Ne veće od h/300 ili 15 mm
b		Odstupanje između centralnih linija stupova i zidova	Ne veće od t/30 ili 15 mm
c		Zakrivljenost stupa između razine dviju susjednih etaža	Ne veće od h/300 ili 15 mm
d		Položaj stupa ili zida na razini bilo koje etaže, od vert. linije kroz os na razinu baze u mnogoetažnoj konstrukciji: n je broj etaža kad je n > 1	Manje od 50 mm ili $\Sigma h/(200n^{1/2})$

Slika 7-00.2.7-2: Dopuštena vertikalna odstupanja stupova i zidova

Upute za dopuštena odstupanja položaja stupova i zidova mjerena u odnosu na sekundarne linije prikazane su na slici 7-00.2.7-3.

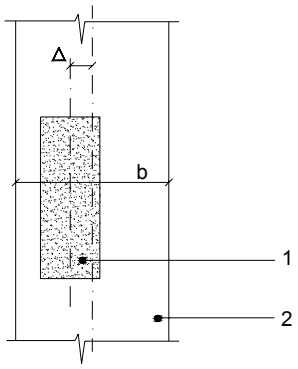
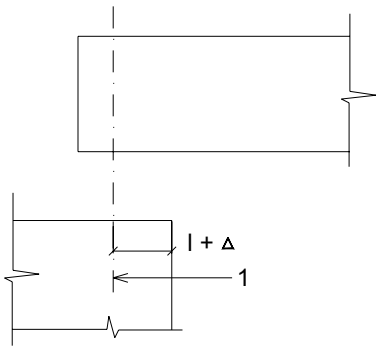
N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a	Sekundarna linija 	Položaj plohe stupa prema sekundarnoj liniji	± 25 mm
b	Sekundarna linija 	Položaj plohe zida prema sekundarnoj liniji	± 25 m
c		Slobodni prostor između susjednih stupova ili zidova	Ne veće od ±25 mm ili ±L/600

Slika 7-00.2.7-3 Dopuštena odstupanja položaja stupova i zidova, horizontalni presjek

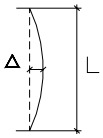
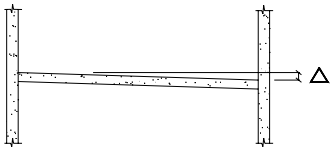
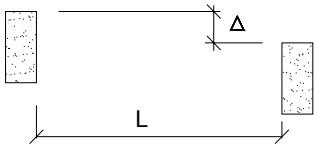
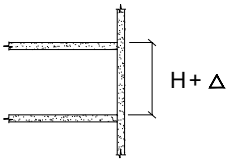
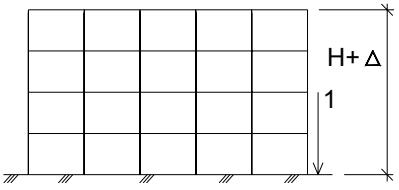
Grede i ploče

Utvrđena odstupanja linije i razine greda i ploča primjenjuju se i na ostale horizontalne i nagnute konstrukcijske dijelove.

Vrijednost dopuštenih konstrukcijskih odstupanja greda i ploča priklazana je na slici 7-00.2.7-4.

Broj	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a	 1 - greda, 2 - stup	Položaj spoja grede i stupa, mjeren prema stupu b = dimenzija stupa u smjeru Δ	Ne veće od + b/30 ili + 20 mm
b	 1 - stvarna nosiva os oslonca	Položaj nosive osi oslonca l = tražena udaljenost od ruba	Ne veće od + l/20 ili + 15 mm

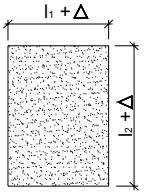
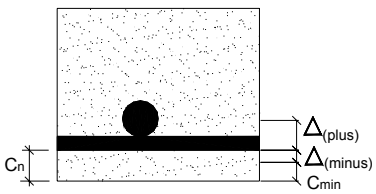
Slika 7-00.2.7-4: Dopuštena konstrukcijska odstupanja greda i ploča

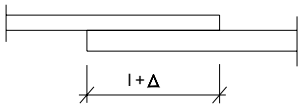
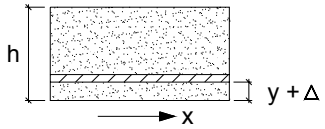
N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a		Horizontalna ravnost greda	Ne veće od ±L/600 ili ±20 mm
b		Razmak između susjednih greda, mjeren u odgovarajućim točkama	Ne veće od ±L/500 ili ±15 mm, ali ne više od 40 mm
c		Nagib greda ili ploča	±(10+L/500) mm
d		Razina susjednih greda, mjerena u odgovarajućim točkama	±(10+L/500) mm
e		Razina susjednih podova na poduporima	±15 mm
f		Razina gornje ploče prema sekundarnom sustavu: H≤20m 20m<H<100 H≥100m	 ±20 ±0,5(H+20) ±0,2(H+200)

Slika 7-00.2.7-5 Dopuštena ostala odstupanja greda i ploča

Presjeci

Dimenzije poprečnog presjeka, zaštitni sloj betona i položaj armature ne smiju odstupati od zadanih vrijednosti više no što je prikazano na slici 7-00.2.7-6.

N	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a	Dimenzije poprečnog presjeka 	l_i =duljina dimenzije poprečnog presjeka Primjenljivo na grede, ploče i stup. Za l_i〈150 mm l_i=400 mm $l_i \geq$2500 mm s linearnom interpolacijom međuvrijednosti	+ 10 mm + 15 mm + 30 mm
	Pozitivno odstupanje temelja treba, ako se traži specificirati projektom konstrukcije. Negativna kako su ovdje uvjetovana. Tolerancije posebnih geotehničkih elemenata ugrađenih izravno na tlo nisu ovim pokrivena, a jesu obični temelji izvedene direktno na tlu .		
b	Položaj obične armature u poprečnom presjeku 	Za sve h vrijednosti je: $\Delta_{(minus)}$ a pozitivno za h < 150 mm h = 400 mm h > 2500mm uz linearnu interpolaciju međuvrijednosti	- 10 mm + 10 mm + 15 mm + 20 mm
	c_{min} = traženi najmanji zaštitni sloj betona c_n = nominalni zaštitni sloj = $c_{min} + \lvert \Delta_{(minus)} \rvert$ c = stvarni zaštitni sloj Δ = dopušteno odstupanje od c_n h = visina poprečnog presjeka Uvjet: $c_n + \Delta_{(plus)} > c > c_n - \lvert \Delta_{(minus)} \rvert$ Dopušteno pozitivno odstupanje zaštitnog sloja temelja i elemenata u temeljima može se povećati za 15 mm. Dano negativno odstupanje ne može.		

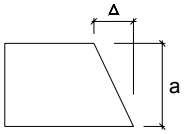
N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
c	Preklopni spoj 	l = preklopna duljina	-0,06 l
d	Položaj prednapete armature Uzdužni presjek 	Za h<200 mm Za h>200 mm Zaštitni sloj mjeren do cijevi	+0,03 h Manje od +0,03 h ili +30 mm -15 mm
	Iskazane vrijednosti primjenjuju se na vertikalni i horizontalni položaj. Dopušteno negativno odstupanje od nominalnog zaštitnog sloja za svaki kabel kao za armaturu u slučaju b.		

Slika 7-00.2.7-6 Dopuštena odstupanja u poprečnom presjeku

Iskazana odstupanja ne primjenjuju se na prednapete elemente. Oni trebaju zadovoljiti uvjete odgovarajućih hrvatskih normi, ili projektnih specifikacija.

Sukladnost sa zaštitnim slojem betona odnosi se na svako pojedinačno očitanje, osim ako projektnim specifikacijama nije uvjetovan pouzdaniji statistički pristup.

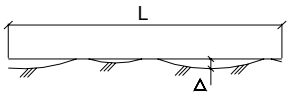
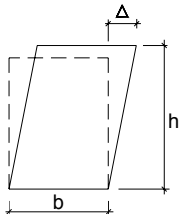
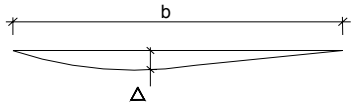
Dopušteno odstupanje okomitosti poprečnog presjeka dano je na slici 7-00.2.7-7.

N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a	Okomitost poprečnog presjeka 	a = duljina dimenzije poprečnog presjeka	Ne veće od 0,04 a ili 10 mm, ali ni više od 20 mm + ili - odstupanje

Slika 7-00.2.7-7 Dopušteno odstupanje okomitosti poprečnog presjeka

Ravnost površina i bridova

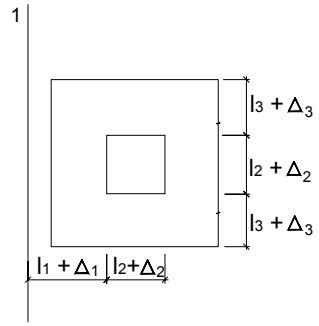
Preporučljive vrijednosti dopuštenih odstupanja ravnosti površina i bridova prikazane su na slici 7-00.2.7-8.

N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a	Ravnost Oplaćena ili zaglađena površina: globalno lokalno Ne oplaćene površine: globalno lokalno  	 L=2,0 m L=0,2 m L=2,0 m L=0,2 m	 9 mm 4 mm 15 mm 6 mm
b	Zakošenost poprečnog presjeka  		Ne veće od h/25 ili b/25, ali ni više od 30 mm + ili - odstupanje
c	Ravnost bridova:  	Za dužine <±1 m Za dužine >1 m	8 mm 8 mm/m, ali ne više od 20 mm

Slika 7-00.2.7-8: Dopuštena odstupanja površina i bridova

Otvori i ulošci

Preporučene vrijednosti za dopuštena odstupanja otvora i uložaka prikazane su na slici 7-00.2.7-9.

N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a	 1 - referentna linija	$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$	± 25 mm Ako nije drugačije utvrđeno projektom konstrukcije

Slika 7-00.2.7-9 Dopuštena odstupanja za otvore i uloške

7-00.2.8 Nadzor

Nadzorni razredi

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija.

Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova.

Zahtjeve za nadzor treba specificirati primjenjujući jedan od sljedeća 3 razreda:

- nadzor razreda 1,
- nadzor razreda 2,
- nadzor razreda 3.

Nadzorni razred može se odnositi na cijelu konstrukciju, dio konstrukcije ili na određeni materijal/tehnologiju koji se rabi u izvedbi. Upute za izbor nadzornog razreda iskazane su u tablici 7-00.2.8-1.

Tri nadzorna razreda daju opciju da se uvjetuje potrebni nadzor zasnovan na važnosti materijala/tehnologije i kritičnosti njezine sposobnosti da ispuni svoju funkciju.

Nadzorni razred koji će se primijeniti treba specificirati projektom.

Tablica 7-00.2.8-1 Upute za izbor nadzornog razreda

Subjekt	Nadzorni razred 1	Nadzorni razred 2	Nadzorni razred 3
Vrste rada na konstrukciji	- građevine ≤ 2 etaže	- obični mostovi - građevine ≤ 2 etaže	- specijalni mostovi - neboderi - velike brane - građevine nuklearnih reaktora - građevine spremnika
Vrste dijela konstrukcije	- armirane grede i ploče raspona <10m - jednostavni zidovi i stupovi - jednostavni temelji	- armirane grede i ploče raspona >10m - vitki zidovi i stupovi - naglavnice pilota - lukovi < 10 m	- armirani lukovi i svodovi - posude pod visokim tlakom - vrlo osjetljivi i složeni temelji - lukovi > 10 m
Vrste upotrijebljenog materijala/tehnologije Beton prema EN 206:	- konstrukcije s prednapetim elementima	- konstrukcije s predgotovljenim elementima	- konstrukcije s predgotovljenim elementima - posebne tolerancije
- klasa čvrstoće - razred izloženosti	- do uklj. C25/30 - X0, XC1, XC2, XA1, HF1	- sve klase čvrstoće - sve klase čvrstoće	- sve klase čvrstoće - sve klase čvrstoće
Armatura	- obična	- obična i prednapeta	- obična i prednapeta

Nadzor materijala i proizvoda

Koji će se nadzor svojstava materijala i proizvoda primijeniti u radovima prikazan je tablicom 7-00.2.8-1.

Ako se upotrebljava beton zadanog sastava, treba ispitivanjem provjeriti mjerodavna svojstva. Vrste i potrebni broj ispitivanja treba uvjetovati projektnim specifikacijama i planom kontrole kvalitete izvedbe radova.

Tablica 7-00.2.8-2 Zahtjevi nadzora materijala i proizvoda

Predmet	Nadzorni razred 1	Nadzorni razred 2	Nadzorni razred 3
Materijali oplate	Vizualni nadzor	Prema projektnim specifikacijama[3)]	
Armaturni čelik	Prema ENV 10080 i zahtjevima projekta[3)]		
Prednapeti čelik	Nije primjenljiv	Prema EN 10138 ili prema projektnim specifikacijama[3)]	
Svježi beton[1)] proizveden u tvornici ili na gradilištu	Prema EN 206, prema tablici 7-00.2.8-1 i prema projektnim specifikacijama. Pri preuzimanju betona treba postojati otpremnica.		
Ostali materijali[2)]	Prema projektnim specifikacijama		
Predgotovljeni elementi	Prema točki 7-00.2.8[3)]		
Nadzorni izvještaj	Nije potreban	Treba	

1 - Na gradilištu izrađeni sastavni dijelovi smatraju se kao sastavni dijelovi proizvedeni sa "svježim betonom, tvorničkim ili gradilišnim", osim ako nisu proizvedeni prema normi.
2 - Npr. element ugrađenog čelika i sl.
3 - Proizvode s potvrdom sukladnosti treće osobe treba vizualno pregledati i provjeriti otpremnicu.
U slučaju sumnje treba poduzeti daljnje provjere sukladnosti sa specifikacijama. Ostale proizvode treba provjeriti i ispitati prema projektnim specifikacijama.

Područje nadzora izvedbe

Područje nadzora koji treba provesti prikazano je u tablici 7-00.2.8-3.

Tablica 7-00.2.8-3 Područje nadzora

Subjekt	Nadzorni razred 1	Nadzorni razred 2	Nadzorni razred 3
Kalupi, oplata i skele	Vizualni pregled	Glavne kalupe i oplatu pregledati prije betoniranja	Sve kalupe i oplate treba pregledati prije betoniranja
Obična armatura	Vizualni pregled i povremeno mjerenje	Glavnu armaturu pregledati prije betoniranja	Svu armaturu pregledati prije betoniranja
Prednapeta armatura	Nije primjenjiv	Elemente s prednapetom armaturom pregledati prije betoniranja	
Ugrađeni elementi	Vizualni pregled	Prema projektnim specifikacijama	
Predgotovljeni elementi	Prema izvedbenim specifikacijama		
Gradilišni prijevoz i ugradnja betona	Prema 7-00.2.8		
Završna obrada i njegovanje betona	Ne	Prema 7-00.2.8	
Prednapinjanje uključujući njektiranje	Nije primjenjiv	Prema 7-00.2.8	
Geometrija	Nije potrebna	Prema projektnim specifikacijama	
Nadzorna dokumentacija	Nije potrebna	Kako se traži ovim uvjetima	

Nadzor skela i oplata

Nadzor prije betoniranja

Prije početka betoniranja nadzor prema odgovarajućem nadzornom razredu treba uključivati:

- geometriju oplate,
- stabilnost oplate, skela i njihovih temelja,
- nepropusnost oplate,
- uklanjanje nečistoća (kao što su prašina, snijeg i/ili led i ostaci žice) s dijela koji će se betonirati,
- obradu lica konstrukcijskih spojnica,
- uklanjanje vode s dna oplate, osim ako se ne betonira pod vodom,
- pripremu površine oplate,
- otvore u oplati.

Nadzor poslije betoniranja

Na konstrukcijskim spojnicama treba provjeriti i potvrditi da je preklopna (kontinuitetna) armatura u projektiranom položaju.

Nadzor armature

Nadzor prije betoniranja

Prije betoniranja nadzor u skladu s odgovarajućim nadzornim razredom treba potvrditi da je:

- armatura iskazana u nacrtima ugrađena i prema nacrtima postavljena u projektiranu poziciju,
- zaštitni sloj u skladu s ovim uvjetima i projektnim specifikacijama,
- armatura ne zagađena uljem, mastima, bojom ili drugim štetnim materijalima,
- armatura ispravno učvršćena i osigurana od pomicanja tijekom betoniranja,
- razmak između šipki armature dovoljan za ugradnju i zbijanje betona,
- ugrađena armatura popraćena odgovarajućom potvrdom sukladnosti sa svojstvima uvjetovanim u EN 10080.

Ako za armaturu dopremljenu u savijalište ili na građevinu nema odgovarajuće potvrde sukladnosti s uvjetovanim svojstvima, ta svojstva treba korisnik potvrditi ispitivanjem odgovarajućeg broja uzoraka dopremljenih profila.

Nadzor poslije betoniranja

Na konstrukcijskim spojnicama treba provjeriti i potvrditi da je preklopna (kontinuitetna) armatura u projektiranom položaju.

Nadzor prednapinjanja

Identifikacijski nadzor

Identifikacijom materijala treba provjeriti i potvrditi sukladnost s uvjetima u HRN EN 523 i ENV 10138. Ako takva potvrda ne postoji, treba sva svojstva uvjetovana navedenim normama potvrditi ispitivanjem odgovarajućih uzoraka iz dopremljenih količina.

Nadzor prije betoniranja

Kontrola prije betoniranja treba obuhvatiti:

- položaj kabela, zaštite ventila, odušaka, ankera i spojnica radi potvrde zadovoljenja projektom specificiranih uvjeta, uključujući zaštitni sloj betona i razmak kabela,
- učvršćenje kabela i zaštite uključujući osiguranje odgovarajuće otpornosti na isplivavanje i stabilnosti potpora,
- zaštitu, ventile, ankere i spojnice da dobro brtve i da nisu oštećeni,
- da kabeli, ankeri i/ili spojnice nisu korodirali,
- čistoću zaštite, ankera i spojnica.

U nastavku treba provjeriti i slijedeće:

- da su ankerne ploče okomite na kabele,
- da su kabeli u području ankera i spojnica ravno položeni,
- da je na ankernim glavama duljina prednapetog čelika dovoljna za ukotvljenje u prešama.

Nadzor prije napinjanja

Treba osigurati dostupnost na gradilištu svih dokumenta i opreme predviđenih programom prednapinjanja.

Prije napinjanja ili prije oslobađanja unesene sile, treba provjeriti stvarnu čvrstoću betona i potvrditi da odgovara uvjetovanoj.

Treba provjeriti kalibraciju preša. Pri niskoj temperaturi treba provjeriti sukladnost s uvjetima iz točke 7-00.2.4 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Nadzor prije injektiranja

Nadzor prije injektiranja treba uključiti:

- prethodna ispitivanja da injekcijska smjesa zadovoljava uvjete HRN EN 447,
- da su cijevi otvorene za injekcijsku smjesu po cijeloj dužini i slobodne od štetnih materijala kao što su voda, led i sl.,
- pripremljenost i identitet ventila,
- operativnost opreme,
- da su materijali zamiješani i u dovoljnoj količini za kontrolno istjecanje,
- da su svi pokusi injektiranja izvedeni na odgovarajućim cijevima.

Tijekom injektiranja treba nadzirati:

- sukladnost svježe injekcijske smjese (fluidnost, segregaciju) prema HRN EN 447,
- karakteristike opreme i injekcijske smjese,
- stvarni tlak tijekom injektiranja,
- red ispuhivanja i ispiranja,
- mjere opreza pri održanju čistih cijevi,
- red operacije injektiranja,
- aktivnosti u slučaju incidentnih zastoja ili štetnih klimatskih uvjeta,
- mjesto i pojedinosti bilo kojeg reinjektiranja.

Nadzor postupka betoniranja

Nadzor i ispitivanje postupka betoniranja treba planirati, izvoditi i dokumentirati u skladu s nadzornim razredom prema tablici 7-00.2.8-4.

Najbolji nadzor je kontinuirani nadzor sukladnosti i uobičajene dobre prakse.

Tablica 7-00.2.8-4 Potrebe planiranja, nadzora i dokumentiranja

Subjekt	Nadzorni razred 1	Nadzorni razred 2	Nadzorni razred 3
Planiranje nadzora		Plan nadzora, procedure i instrukcije prema specifikacijama Aktivnosti kod nesukladnosti	Plan nadzora, procedure i instrukcije prema specifikacijama Aktivnosti kod nesukladnosti
Nadzor	Osnovni nadzor	Osnovni i povremeni detaljni nadzor	Detaljni nadzor svake ugradnje
Dokumentacija	Izvještaji o svim neuobičajenim događanjima Izvještaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama	Svi dokumenti planiranja, Izvještaji o svim nadzorima Izvještaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama	Svi dokumenti planiranja, Izvještaji o svim nadzorima Izvještaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama

Detaljni plan nadzora, kad je tražen projektnim specifikacijama, treba identificirati sve nadzore, motrenja i ispitivanja za potrebne dokaze da je tražena kvaliteta postignuta.

Tablica 7-00.2.8-5 Nadzor pripreme i proizvodnje

Subjekt	Postupak	Uvjet	Nadzorni razred 1	Nadzorni razred 2	Nadzorni razred 3
Specifikacije betona	Vizualno	EN 206	Prije početka proizvodnje	Prije početka proizvodnje	Prije početka proizvodnje
Nadzor proizvodnje betona	Provjera certifikata kad je dostupan Vizualni nadzor kad nema treće osobe	Certifikat ovlaštenog tijela da je proizvodnja kontrolirana (prema EN 206) Inače nadzor plana proizvodnje (prema EN 206)	Novi dobavljač i u slučaju sumnje Novi dobavljač i u slučaju sumnje	Novi dobavljač i u slučaju sumnje Novi dobavljač i u slučaju sumnje	Novi dobavljač i u slučaju sumnje Novi dobavljač i u slučaju sumnje
Planiranje proizvodnje	Vizualni nadzor	Mjerodavna informacija proizvodnje		Pisana informacija	Pisana informacija

Tablica 7-00.2.8-6 Nadzor svježeg betona

Subjekt	Postupak	Zahtjev	Nadzorni razred 1	Nadzorni razred 2	Nadzorni razred 3
Otpremnica	Vizualna kontrola	Sukladnost s uvjetima	Svaka isporuka	Svaka isporuka	Svaka isporuka
Konzistencija betona	Vizualna kontrola Koristeći adekvatni pokus[1)]	Konzistencija prema zahtjevu Sukladnost razredu konzistencije	Povremeno slučajno Samo kad se sumnja	Svaka isporuka Pri ispitivanju očvrslog betona i kad se sumnja	Svaka isporuka Pri ispitivanju očvrslog betona i kad se sumnja
Jednolikost betona	Vizualna kontrola Komparativno ispitivanje uzoraka iz različitih dijelova mješavine	Homogen izgled betona Uzorci trebaju imati ista svojstva[3]	 Kad se sumnja	Svaka isporuka Kad se sumnja	Svaka isporuka Kad se sumnja
Identifikacijsko ispitivanje tlačne čvrstoće	Ispitivanje prema EN 206[1]	Sukladnost prema klasi tlačne čvrstoće[2]	Jednom do tri puta godišnje ili tijekom kraćeg vremena izvedbe dijela konstrukcije, ovisno o količini betona i osjetljivosti konstrukcije i kad se sumnja		
Količina zraka	Ispitivanje na gradilištu prema EN 206	Sukladnost sa specifikacijama	Povremeno nenajavljeno prema projektnim specifikacijama i kad se sumnja		
Ostala (posebna) svojstva	Prema važećim normama	Sukladnost sa specifikacijama	Jednom na početku proizvodnje ili ugradnje betona, kasnije prema projektnim specifikacijama		

1 - Kriteriji za identifikacijska ispitivanja navedeni u EN 206 odnose se na pojedinačne uzorke
2 - Identifikacijska ispitivanja za tlačnu čvrstoću prema točki 8.2.1.1. EN 206.
3 - Unutar preciznosti postupka ispitivanja i usuglašenih odstupanja.

Plan nadzora treba za svaku nadzornu točku istaknuti:

- zahtjeve,
- referentne norme i projektne specifikacije,
- postupke nadzora, motrenja ili ispitivanja,
- definiciju kontrolne pozicije,
- učestalost nadzora, motrenja i ispitivanja,
- kriterije prihvaćanja,
- dokumentaciju,
- odgovornog nadzornog inženjera,
- točke vlasnikova svjedočenja, ako ih ima.

Tablica 7-00.2.8-7 Nadzor aktivnosti pripreme

Sadržaj	Nadzorni razred 1	Nadzorni razred 2	Nadzorni razred 3
Plan nadzora		Rezultati pokusne ugradnje, ako treba Suglasnost s kontrolom kvalitete Plan nadzora Lista opreme	Rezultati pokusne ugradnje, ako treba Suglasnost s kontrolom kvalitete Plan nadzora Lista opreme Lista operacija
Nadzor	Osnovni nadzor Nadzor u slučaju sumnje	Osnovni i povremeni (slučajni) nadzor Stabilnost skela i oplate Vizualni nadzor: - povezanosti čelika - brtvenja oplate - čistoće oplate - oplatnog ulja - zasićenosti oplate - spojnica - planirane ugradnje - pristupa - planirane isporuke - zaštitnog sloja Mjerenje dimenzija	Nadzor prije svakog betoniranja Stabilnost skela i oplate Vizualni nadzor: - povezanosti čelika - brtvenja oplate - čistoće oplate - oplatnog ulja, - zasićenosti oplate - spojnica - planirane ugradnje - pristupa - planirane isporuke - zaštitnog sloja Mjerenje dimenzija

Plan nadzora može se pripremiti kao sažeta tablica s referencama prema postupcima i instrukcijama nadzora dajući pojedinosti nadzora, motrenja i ispitivanja.

Sve obrasce koji će se upotrijebiti za dokumentiranje treba prije početka izvedbe prihvatiti vlasnik ili njegov predstavnik.

Upute za nadzor pojedinih operacija betoniranja prikazane su u tablicama 7-00.2.8-5 do 7-00.2.8-10.

Tablica 7-00.2.8-8 Nadzor ugradnje

Subjekt	Nadzorni razred 1	Nadzorni razred 2	Nadzorni razred 3
Planiranje nadzora		Instrukcije izvođaču Brzina ugradnje Faze ugradnje Debljina sloja	Instrukcije izvođaču Brzina ugradnje Faze ugradnje Debljina sloja Nacrti ili procesni dijagrami
Nadzor, oblikovane površine	Osnovni nadzor	Osnovni i povremeni (slučajni) nadzor: - vremenske prilike - brzina ugradnje - faze ugradnje - debljina sloja - segregacija - konzistencija - broj džepova - veličina džepova - unutarnji raspon - unutarnja debljina - revibriranje - tip vibratora - oplatni vibratori - kretanje betona - ulegnuće oplate - učvršćenje uloženih komada	Nadzor tijekom ugradnje: - vremenske prilike - brzina ugradnje - faze ugradnje - debljina sloja - segregacija - konzistencija - broj džepova - veličina džepova - unutarnji raspon - unutarnja debljina - revibriranje - tip vibratora - oplatni vibratori - kretanje betona - ulegnuće oplate - učvršćenje uloženih komada
Nadzor, slobodne površine	Osnovni nadzor	Osnovni i povremeni (slučajni) nadzor: - površinska skramica - ravnost površine - formiranje kore - kraj zbijanja - vrijeme završavanja - zaštita površine Mjerenje odstupanja površine prema projektnim specifikacijama	Nadzor tijekom ugradnje: - površinska skramica - neravnost površine - formiranje kore - kraj zbijanja - vrijeme završavanja - zaštita površine Mjerenje odstupanja površine prema projektnim specifikacijama

Tablica 7-00.2.8-9 Nadzor njegovanja i zaštite

Subjekt	Nadzorni razred 1	Nadzorni razred 2	Nadzorni razred 3
Planiranje nadzora		Postupak zaštite od sušenja i smrzavanja Postupak kontrole temperature Sustav registriranja temperature i zrelosti	Postupak zaštite od sušenja i smrzavanja Postupak kontrole temperature Sustav registriranja temperature i zrelosti Proračun razvoja i distribucije temperature prema projektnim specifikacijama
Nadzor	Osnovni nadzor	Osnovni i povremeni (slučajni) nadzor: - zaštita od sušenja, zrelost - zaštita od smrzavanja - skidanje oplate, zrelost - temperaturne razlike	Nadzor svake ugradnje: - zaštita od sušenja, zrelost - zaštita od smrzavanja - skidanje oplate, zrelost - temperaturne razlike

Tablica 7-00.2.8-10 Nadzor nakon betoniranja

Subjekt	Nadzorni razred 1	Nadzorni razred 2	Nadzorni razred 3
Planiranje nadzora		Instrukcije za nadzor u skladu s projektnim specifikacijama	
Nadzor	Geometrijska provjera Osnovni nadzor	Geometrijska provjera Čvrstoća i zrelost pri skidanju oplate Izgled površine: - krupne pore - saćasta tekstura - pjeskovita tekstura - segregacije - pukotine - otvor pukotina Spojevi: - držači armature - ankeri - ulošci - učvršćivači oplate i armature Zaštitni sloj: - provjera ako je uvjetovana projektnim specifikacijama	

Nadzor predgotovljenih elemenata

Općenito

Prije postavljanja treba provjeriti postoje li odgovarajući gradilišni uvjeti. Načelni zahtjevi koje treba provjeriti početnim nadzorom na gradilištu, prije postavljanja predgotovljenih elemenata, jesu:

- pristupne ceste za elemente i opremu,
- dostupnost glavnog izvođača,
- dostupnost odgovarajuće opreme za dizanje,
- dostupnost ispravne opreme za siguran rad,
- odgovarajuće kompletiranje potpornih konstrukcija,
- privremeni radovi, kao što su podupiranje, zaskeljivanje, privremeno pridržavanje, ako treba,
- izvedbena dokumentacija svakog odstupanja gradilišnih aktivnosti izvedbe.

Provjere pri preuzimanju

Prije istovara treba provesti početnu vizualnu kontrolu predgotovljenog elementa.

Nakon isporuke treba što je prije moguće provesti kontrolu za preuzimanje predgotovljenog elementa.

Zahtjevi nadzora preuzimanja predgotovljenog elementa na građevini prikazani su u tablici 7-00.2.8-11.

Tablica 7-00.2.8-11 Nadzor preuzimanja predgotovljenog betonskog elementa

Subjekt	Svojstvo	Postupak	Učestalost	Radnja
Elementi	označavanja, količina	vizualni pregled	svaki element	ovjera otpremnice i primjedbe o neispravnostima
Elementi	vidljive neispravnosti			
Elementi	izgled lica spojnica			
Uške za dizanje	tip, cjelovitost i uporabivost			

Dodatne provjere

Kad je to pogodno, nadzor preuzimanja treba uključivati i dodatne provjere prema tablici 7-00.2.8-12.

Tablica 7-00.2.8-12 Dodatne točke nadzora kad to odgovara

Subjekt	Svojstvo	Postupak	Učestalost	Radnja
Elementi	geometrijske tolerancije	prema normi	u slučaju sumnje	
Elementi	otvor i dužina pukotine	povećalo i mjerilo	ako se traži	potpuni izvještaj
Elementi	oblik i dimenzije spojnica	mjerilo	u slučaju sumnje	
Elementi	ostala obilježja	normni postupci	normni postupci	

Mjere u slučaju nesukladnosti

Kad nadzor otkrije nesukladnost, treba poduzeti odgovarajuće radnje koje će osigurati uvjetovanu stabilnost i sigurnost konstrukcije i zadovoljiti namjeravanu uporabu.

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti slijedeće:

- utjecaj nesukladnosti na izvedbu i uporabu,
- mjere potrebne da bi se nesukladni element ili dio konstrukcije učinili prihvatljivima,
- potrebu zabrane i zamjene nepopravljivog nesukladnog elementa ili dijela konstrukcije.

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava betona utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima betona iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.

Nesukladnost tlačne čvrstoće (postignute i uvjetovane klase) betona rješava se naknadnim ispitivanjem uzoraka betona izvađenih iz dijela konstrukcije u koji je ugrađen nesukladni beton.

Ispitivanja treba provesti prema HRN EN 7034 i HRN U.M1.048 i utvrditi klasu tlačne čvrstoće kojoj ugrađeni beton odgovara u vrijeme ispitivanja i približnu klasu kojoj je odgovarao pri 28-dnevnoj starosti. Prva služi za kontrolu stabilnosti i sigurnosti predmetnog konstrukcijskog dijela a druga za reguliranje ugovornih odnosa između proizvođača i kupca betona.

Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka.

Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak.

Rektifikacija nesukladnosti mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima.

Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

7-00.2.9 Preuzimanje i obračun izvedenih betonskih radova

Za preuzimanje i obračun izvedenih betonskih radova na izvedenoj građevini trebaju nadzorni inženjer i predstavnik ovlaštene institucije, koji je sudjelovao u kontroli i ocjeni kakvoće pojedinih faza izvedbe radova, napraviti rekapitulaciju ukupne dokumentacije izvedbe i svaki u svom dijelu dati završnu ocjenu kakvoće izvedenih radova i zadovoljenja projektnih uvjeta i uvjeta važećih propisa.

Radovi se obično mjere u kubičnim metrima ugrađenog betona i obračunavaju po ugovorenim jediničnim cijenama svake pojedine građevine u koje se uključuju svi troškovi materijala i rada, prijevoza i svega ostalog što je nužno za potpuno dovršenje građevine.

Pojedine specifične vrste i faze radova mogu se mjeriti i obračunavati i na drugi ugovorom jasno specificirani način.

Troškove utvrđivanja nesukladnosti i popravka ili zamjene nesukladnih elemenata ili dijelova konstrukcije i njihova dovođenja do stanja zadovoljenja projektom i važećim propisima uvjetovane kakvoće snosi u cjelini izvođač radova.

Eventualno obeštećenje naručitelja za radove izvedene u kvaliteti nižoj od projektom i važećim propisima specificirane treba uvjetovati ugovorom o izvedbi za svaku pojedinu građevinu.

7-01 IZVEDBA BETONSKIH RADOVA I GRAĐEVINA

7-01.0 OPĆENITO

7-01.0.1 Propusti i mostovi

Propusti su nosive konstrukcije ili mali mostovi otvora ili raspona do 10 m koji služe za propuštanje vode iz jaraka i rigola, potoka i rječica, za prolaz pješaka i/ili prometa, za prevođenje telefonskih, električnih i drugih instalacija i/ili vodova s jedne na drugu stranu prepreke.

Mostovi su inženjerske konstrukcije s jednim ili više otvora ili raspona preko 10 m duljine, koji služe prvenstveno za prijelaz pješaka i prometa i/ili instalacija i vodova preko potoka, rijeka, jezera, uvala, postojećih prometnica, plovnih kanala, morskih tjesnaca i dr. Prema svrsi, prometu i položaju propusti odnosno mostovi mogu biti:

- cestovni,
- željeznički,
- pješački,
- akvadukti (za vodovode i kanale),
- zaštitni (npr. ispod žičara, galerija i sl.),
- kranski,
- vijadukti (iznad uvala),
- nadvožnjaci (na mjestu križanja prometnica, nazvani po gornjoj već prije postojećoj prometnici),
- podvožnjaci (na mjestu križanja prometnica, nazvani po donjoj već ranije postojećoj prometnici).

Svi materijali i građevni proizvodi upotrijebljeni pri građenju ili ugrađeni u propuste i mostove moraju u potpunosti zadovoljavati uvjete iz potpoglavlja 7-00.1 i 7-00.2 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Izvedba propusta

Propuste (i monolitne i od predgotovljenih elemenata) treba u svemu izvoditi prema nacrtima, detaljima i uvjetima projekta i ovih Tehničkih uvjeta.

Iskope i sve druge zemljane radove treba izvoditi i obračunavati prema uvjetima iz knjige II ovih Tehničkih uvjeta.

Temelje propusta, slapišta, uljeve i izljeve, pragove i tajače treba betonirati u betonu klase najmanje C12/15, ako nisu u zoni smrzavanja, a u betonu klase najmanje C16/20 ako su izloženi smrzavanju. U ovom drugom slučaju otpornost na smrzavanje u kontinentalnom dijelu zemlje mora im biti aeriranjem osigurana u najmanje 100 ciklusa.

Radove treba mjeriti u kubičnim metrima ugrađenog betona prema projektu ili izmjeri koju je odobrio nadzorni inženjer i plaćati prema ugovorenim jediničnim cijenama koje uključuju sve troškove upotrijebljenih i ugrađenih materijala izvedbe i potpunog dovršenja radova.

Vanjske površine betonskih cijevi, stijena, svodova i ploča treba zaštititi (izolirati) od vode s jednim hladnim i dva vruća premaza bitumenom. Premaze treba nanijeti na suhe i očišćene betonske podloge. Upotrebljavati treba bitumen potvrđene sukladnosti s uvjetima kakvoće važećih normi ili mu propisana osnovna svojstva treba provjeriti ispitivanjem

uzoraka iz dopremljenih količina. Rad se mjeri u četvornim metrima izvedene hidroizolacije i plaća prema ugovorenim jediničnim cijenama.

Monolitni propusti

Glave, cijevi, upornjake i krila cijevnih i svođenih propusta i stijene, ploče i okvire pločastih propusta treba betonirati u betonu klase najmanje C20/25, kojemu u kontinentalnom dijelu zemlje otpornost na smrzavanje treba aeriranjem osigurati na najmanje 100 ciklusa.

Radove treba mjeriti u kubičnim metrima ugrađenog betona prema projektu ili izmjeri koju je odobrio nadzorni inženjer i plaćati prema ugovorenim jediničnim cijenama koje uključuju sve troškove upotrijebljenih i ugrađenih materijala izvedbe i potpunog dovršenja radova.

Propusti od predgotovljenih elemenata

Odgovarajuće monolitne dijelove ovih propusta (izvedene na građevini) treba betonirati i obračunavati kao i monolitne propuste.

Predgotovljeni cijevni elementi (betonski ili azbestcementni) polažu se na betonsku temeljnu podlogu (tajaču) kakvoće prema točki 7-00.1. Cijevi se međusobno spajaju prema detaljima iz projekta. Moraju imati potvrdu sukladnosti s uvjetima odgovarajućih normi ili se ta svojstva moraju provjeriti na uzorcima cijevi iz isporučene količine.

Radovi se mjere u metrima ugrađenih cijevi i plaćaju po ugovorenim jediničnim cijenama u koje treba uključiti sve troškove (nabave, prijevoza, polaganja, spajanja i svega ostalog potrebnog za dovršenje posla).

Izvedba mostova

Mostove kao najosjetljivije i uporabno najugroženije prometne građevine treba izvoditi prema izvedbenim projektima s podrobno razrađenim svim rješenjima i detaljima pojedinih vrsta i faza radova iz glavnog projekta.

Glavni projekt, osim općeg sadržaja danog u 0. poglavlju OTU, treba posebno sadržavati detaljan opis konstrukcije i njenih sastavnih dijelova i naprava, detaljne nacrte oplate i armature s naznačenim nastavcima i zaštitnim slojevima, a za tehnološki i konstrukcijski složenije konstrukcije treba imati projekte skele i oplate.

Uvjete kakvoće materijala i radova treba precizirati prema uvjetima poglavlja 7-00.1 i 7-00.2 ove knjige Tehničkih uvjeta i prema stvarnim uvjetima uporabe, posebno ako se konstrukcija nalazi u bilo kojoj vrsti ili klasi agresivne okoline iz točke 7-00.1 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Prema utvrđenim i zadanim uvjetima kakvoće treba razraditi program kontrole kakvoće materijala, ugrađenih proizvoda i izvedenih radova čija će striktna primjena osigurati postizanje zadanih svojstava i općenito uvjetovane kakvoće.

Izvedbeni projekt treba posebnu pažnju posvetiti sljedećem:

- veličini i karakteru opterećenja i djelovanja okoline za koja se konstrukcija predviđa,
- načinu i tehnologiji izvedbe svih vrsta i faza radova,
- preciznim dimenzijama svih elemenata konstrukcije s kotama pojedinih pozicija,

- položaju i učvršćenju armature, posebno čelika za prednapinjanje, kotiranog na dovoljno malim razmacima,
- fazama i načinima betoniranja, mjestima i načinima prekida i nastavljanja betoniranja,
- fazama prednapinjanja s redoslijedom i veličinom unošenja sile,
- detaljima sidrenja i zaštite prednapetih kabela,
- fazama i načinu injektiranja prednapetih kabela,
- mjerama zaštite čelika od korozije (prije, za vrijeme i nakon ugradnje),
- načinu ugradnje i njegovanju ugrađenog betona,
- uvjetima i vremenu otpuštanja skela i skidanja oplate.

Na mostovima razlikujemo sljedeće osnovne vrste radova:

- pripremni radovi,
- zemljani radovi,
- izvedbe skela i oplata (drvenih, metalnih i sl.),
- radovi montiranja predgotovljenih elemenata,
- radovi u kamenu,
- betonski radovi,
- radovi s metalima (pretežno na ogradama),
- radovi na kolničkom zastoru (uključivo radove na hidroizolacijama),
- radovi na dilatacijama,
- završni i ostali radovi.

Za sve vrste radova i upotrijebljenih materijala i proizvoda izvođača treba prije njihove uporabe pribaviti odgovarajuće potvrde sukladnosti sa svojstvima uvjetovanim odgovarajućim normama ili provesti odgovarajuća ispitivanja dobavljenih količina materijala i proizvoda, a za materijale koje proizvodi na gradilištu provesti ispitivanja predviđena poglavljem 7-00.1 i 7-00.2 ove knjige Tehničkih uvjeta i projektnim programom kontrole kakvoće.

Ako izvođač tijekom izvedbe građevine utvrdi potrebu izmjene nekog projektiranog dijela ili načina izvedbe, projekt treba dopuniti ili izmijeniti. Odluku o tome sporazumno donose projektant, naručitelj i izvođač. Sve izmjene i dopune treba zapisnički registrirati i unijeti u izvedbeni projekt. Manje izmjene je dopušteno unositi u građevinski dnevnik. Za veće i važnije izmjene koje utječu na stabilnost i sigurnost građevine ili nekog njezina bitnog nosivog dijela ili sklopa potrebna je dopunska građevna dozvola.

Dokaznicom mjera i troškovnikom treba za sve vrste radova dati: detaljan opis, mjere i količine i vrijednost pojedinih radova koji će biti izvedeni, kao i ukupnu vrijednost radova, bez roka izvedbe.

7-01.0.2 Prateće betonske građevine

Pod pratećim betonskim građevinama cesta podrazumijevaju se:

- građevine odvodnje i zaštite okoline,
- građevine koje služe uporabi cesta (naplatne rampe, upravni centri i sl.),
- građevine za održavanje cesta,
- uslužne građevine (odmorišta, benzinske prodavaonice, servisne radionice, moteli i sl.).

Sve prateće betonske građevine cesta treba projektirati i izvoditi prema uvjetima iz poglavlja 7-00 ove knjige Tehničkih uvjeta i važećih propisa.

Proizvedeni beton ugrađen u te građevine treba u svemu zadovoljavati uvjete iz potpoglavlja 7-00 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Posebnu pažnju treba posvetiti projektiranju i izvedbi pratećih betonskih građevina, čiji su dijelovi u uporabi neposredno izloženi agresivnom djelovanju smrzavanja i soli za odmrzavanje kao što su elementi odvodnje (New Yersey odbojni elementi, rubnjaci i rigoli) i donji elementi naplatnih rampi. Njih treba projektirati i izvoditi u betonu v/c faktora ispod 0,40, otpornom na smrzavanje i soli za odmrzavanje prema HRN U.M1.055 u 50 ciklusa, s dovoljnim (za takve uvjete ovdje posebno zahtjevanim) zaštitnim slojem betona kod armiranih elemenata i pouzdanim vlažnim njegovanjem najmanje 10 dana tijekom ranog očvršćivanja.

Za tako uvjetovanu otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje moraju obavezno biti optimalno aerirani s postotkom mikropora uvučenog zraka, prilagođenog upotrijebljenom maksimalnom zrnu agregata, odnosno količini morta u betonu.

7-01.0.3 Betonski kolnik

Ovom knjigom IV Tehničkih uvjeta dani su uvjeti proizvodnje betona i izvedbe betonskih radova. Za sve ostale uvjete, koji ovdje nisu specificirani, vrijede uvjeti iz knjige II (za zemljane radove) i III (za kolničku konstrukciju) ovih Tehničkih uvjeta.

Betonska kolnička konstrukcija sastoji se od ploča određenih dimenzija, međusobno razdvojenih razdjelnicama ili od kontinuirano armirane ploče bez razdjelnica, koje se polažu na nosivu podlogu od bitumenom ili cementom stabiliziranog šljunka (ili drobljenog kamena).

7-01.1 PRIPREMNI RADOVI

Opis rada

Pripremni radovi kao što su sječenje šiblja i drveća, vađenje korijenja i panjeva i rušenje građevina obavljaju se prije izvedbe dotične građevine, a njihovi troškovi uključuju u troškove pripremnih radova trase i ne naplaćuju se posebno.

Izrada

Sav rad se izvodi prema odredbama i u skladu s 1. poglavljem knjige I OTU.

Kontrola kakvoće

Način kontrole kakvoće radova i materijala određen je u 1. poglavlju ovih OTU.

Obračun rada

Rad se obračunava prema odredbama 1. poglavlja iz knjige I ovih OTU.

7-01.2 ZEMLJANI RADOVI

Iskopi temelja i iskopi rovova i kanala obavljaju se u svemu prema uvjetima iz knjige II OTU.

Rad na izradi umjetnih otoka obuhvaća izradu (nasipavanje) samih otoka s potrebnim osiguranjima i iskop za temelje građevina kroz otoke i obračunava po posebnoj stavci

troškovnika. Nakon iskopa u otoku, spuštanja bunara-kesona i betoniranja temelja, izvođač je dužan ukloniti preostali dio otoka (eventualno sa zavjesama i pilotima).

Iskop u kesonima obavlja se pod povišenim tlakom zraka pomoću opreme za kesonski rad. Iskopani materijal iz kesona izbacuje se kroz posebne otvore izravno u riječno korito. Iskop u kesonima obračunava se prema kategorijama tla i dubinama iskopa (0-7,5 m, 7,5-15 m, 15-20 m, 20-25 m i 25-30 m). Dubina se određuje od razine srednje radne vode, koja se zabilježi u dnevnik. Najniža kota iskopa je vrh noža. Uvjeti rada se kontroliraju prema važećim propisima zaštite na radu i svim važećim propisima za rad pri povišenom tlaku zraka. Troškove saniranja eventualnog odstupanja kesona od projektiranog položaja snosi sam izvođač.

Klinovi uz upornjak ispod prijelaznih ploča nasipavaju se i zbijaju, a rad se mjeri i obračunava prema uvjetima iz knjige II i III ovih Tehničkih uvjeta.

Prostor oko temelja stupova zatrpava se materijalom iz iskopa temeljne jame nasipavanjem i zbijanjem u slojevima debljine po 30 cm uz odstranjivanje viška materijala. Materijal za zatrpavanje treba po kakvoći zadovoljavati uvjete propisane knjigom II i III Tehničkih uvjeta.

Kontrola kakvoće

Način kontrole kakvoće radova i materijala propisan je knjigom II, III i IV ovih Tehničkih uvjeta.

Obračun rada

Rad na izradi kesona mjeri se u kubičnim metrima iskopanog materijala tlocrtne projekcije kesona, njegova vanjskog ruba i dubine iskopa. Obračunava se po jediničnim ugovorenim cijenama. Obuhvaća iskop, uklanjanje iskopanog materijala, spuštanje kesona, ispravljanje kesona, popravak u slučaju oštećenja miniranjem, potrebno osiguranje, kao i sve ostale dodatne radove.

Rad i jedinična cijena iskopa zemlje iza žmurja i u zagatima obuhvaća iskop temelja, odvoz iskopanog materijala, crpljenje i odvođenje vode i obračunava se po posebnoj stavci troškovnika.

Rad i jedinična cijena iskopa temelja u otvorenim sanducima ili bunarima obuhvaća iskop s odvozom iskopanog materijala, crpljenje i odvođenje vode, spuštanje sanduka ili bunara s iskopom i svim potrebnim osiguranjima i manipulacijama te se obračunava po posebnoj stavci troškovnika.

Rad na izradi nasipa mjeri se u kubičnim metrima izvedenog i zbijenog nasipa s kojim su temelji zatrpani i obračunava po ugovorenim jediničnim cijenama.

Ostali zemljani radovi, koji nisu posebno spomenuti, obračunavaju se i izvode prema odredbama 2. poglavlja iz knjige II ovih OTU.

7-01.3 IZVEDBA ŽMURJA, SKELA I OPLATA

7-01.3.1 Konstrukcije od drveta

Izrada

Radovi obuhvaćaju izradu drvenih konstrukcija prema projektnim rješenjima, uključivo i spojna sredstva za povezivanje dijelova drvenih konstrukcija. Tehničkim uvjetima ili stavkom troškovnika treba u svakom konkretnom slučaju uvjetovati vrstu drva (meko ili tvrdo drvo), kakvoću građe (I, II ili III razreda) i način obrade (obla, rezana ili tesana građa).

Pri projektiranju i izvedbi skela i oplata treba u cijelosti poštivati uvjete iz točke 7-00 ove knjige Tehničkih uvjeta. Cjelovita projektna rješenja izvedbe žmurja, skela i oplata sa svim detaljima, dijelovima i ostalim materijalima treba dati glavnim ili izvedbenim projektom konstrukcije.

Kod privremenih drvenih konstrukcija, kao što su razupore u iskopima, skele i oplate, rad uključuje i njihovo demontiranje i uklanjanje, te djelomični utrošak i ostalih materijala, s time što sva ponovo upotrebljiva građa i ostali materijali ostaju vlasništvo izvođača radova.

Kod zabijanja pilota, žmurja i zagata treba projektom utvrditi ostaju li u građevini, odnosno pored građevine ili se traži njihovo uklanjanje.

Kontrola kakvoće

Način kontrole kakvoće radova i materijala određen je u potpoglavlju 7-00.1 i 7-00.2 ove knjige IV, Tehničkih uvjeta.

Obračun rada

Rad na stalnim drvenim konstrukcijama mjeri se u kubičnim metrima utrošene drvene građe i obračunava po ugovorenim jediničnim cijenama koje uključuju sav materijal, rad, prijevoz i sve ostalo što je potrebno za potpuno dovršenje rada.

Rad na uobičajenim privremenim drvenim konstrukcijama ne mjeri se posebno. Uračunava se u cijenu glavnog rada kojemu služi, npr. za iskop temelja, betoniranje elemenata i sklopova i sl.

Složenije vrste skela mjeriti zasebno u kubičnim metrima i obračunavati po ugovorenim jediničnim cijenama koje uključuju sve potrebno za potpuno dovršenje rada.

Oplate se mjere u kvadratnim metrima razvijene površine i obračunava po ugovorenim jediničnim cijenama koje uključuju sav materijal, rad, prijevoz i sve ostalo što je potrebno za potpuno dovršenje rada.

7-01.3.2 Konstrukcije od čelika

Izrada

Rješenja čeličnih zagata sa svim potrebnim detaljima treba dati projektom građevine i izvesti čeličnim talpama, koje se nakon iskorištenja demontiraju i ostaju vlasništvo izvođača.

Čelični elementi od valjanih profila i limova, koji nisu uključeni u jediničnu cijenu betona kao što su npr. nosivi dijelovi drvenih skela, čelični noževi bunara i kesona i sl. izvode se prema projektnim rješenjima, mjere u kilogramima ugrađenog čelika i obračunavaju prema ugovorenim jediničnim cijenama. Takve ugrađene čelične elemente treba premazati osnovnom i završnom antikorozivnom zaštitom.

Čelične oplate koje se najčešće upotrebljavaju za izradu većih serija predgotovljenih elemenata s termičkim postupcima ubrzanog očvršćivanja izvode se po posebnim radioničkim nacrtima u skladu s uvjetima iz točke 7-00 ove knjige Tehničkih uvjeta. Rad, ni materijal ne mjere se i ne obračunavaju posebno nego su sadržani u cijeni kubičnog metra ugrađenog betona.

Cijevne čelične skele i čelične skele od valjanih profila, kao što su:

- nepokretne čelične skele,
- pokretne čelične skele,
- čelične skele za slobodno konzolno betoniranje i
- pokretene čelične skele oslonjene na konstrukciju mosta,

projektiraju se i izvode prema važećim propisima za čelične konstrukcije.

Bešavne čelične cijevi, koje se ponekad primjenjuju kao vanjska obloga betonskih pendlova i drugih ležaja i kao obloga i nosivi dio betonskih stupova ugrađuju se prema projektu konstrukcije. Vanjska površina cijevi mora biti premazana osnovnom i završnom antikorozivnom zaštitom prema uvjetima iz projekta i važećim propisima.

Kontrola kakvoće

Način kontrole kakvoće radova i materijala određen je u potpoglavlju 7-00.1 i 7-00.2 ove knjige IV, Tehničkih uvjeta.

Obračun rada

Rad se mjeri u četvornim metrima izvedenog zagata i obračunava po ugovorenim jediničnim cijenama, uključujući sve potrebno za potpuno dovršenje rada.

Rad za sve vrste čeličnih skela obično se mjeri i obračunava po kubičnom metru ugrađenog betona ili izvedenih elemenata, a može se prema dogovoru naručitelja i izvođača mjeriti i obračunavati zasebno prema ugovorenim mjernim jedinicama i jediničnim cijenama.

Rad na ugradnji cijevi mjeri se u kilogramima ugrađenih cijevi i obračunava prema ugovorenim jediničnim cijenama.

Ostali radovi, koji nisu posebno spomenuti, obračunavaju se prema odredbama iz ostalih poglavlja knjige II i III ovih OTU.

7-01.4 BETONSKI RADOVI

Pod betonskim radovima podrazumijevaju se radovi u svim vrstama nearmiranog, armiranog i prednapetog betona obuhvaćenog normom EN 206.

Obuhvaćaju izvedbu:

- temelja,

- pilota,
- stupova,
- zidova,
- svodova,
- rasponskih konstrukcija svih vrsta,
- ležajnih pendlova,
- montažnih i monolitnih nosača i kolničkih ploča,
- spregnutih konstrukcija,
- montažnih i monolitnih hodnika, ograda i vijenaca.

Kontrola kakvoće

Svi sastavni materijali betona, ugrađeni beton proizveden tvornički ili na građevini, ugrađeni čelik za armiranje betona, visokovrijedne žice i kabeli za prednapinjanje betona i izvedba betonskih radova moraju u potpunosti zadovoljavati uvjete poglavlja 7-00.1 i 7-00.2 ove knjige Tehničkih uvjeta i uvjete važećih normi i drugih propisa.

Prije početka svakog betoniranja nadzorni inženjer treba provjeriti i potvrditi da su ugrađeni čelik za armiranje betona, visokovrijedne čelične žice i kabeli za prednapinjanje i beton koji će se ugraditi sukladni projektnim uvjetima i važećim propisima.

Izvođač mora imati dostupan detaljni plan betoniranja i plan i program kontrole i potvrđivanja sukladnosti betona s uvjetima potpoglavlja 7-00.1 i 7-00.2 ove knjige Tehničkih uvjeta i uvjetima projekta konstrukcije. Plan betoniranja treba sadržavati podatke o izvorima i načinu dopreme betona s rezervnim kapacitetima, vrstu i potrebni broj sredstava za ugradnju betona i postupak te potrebna sredstva za njegovanje i zaštitu betona.

7-01.4.1 Betoniranje temelja

Prije početka betoniranja temelja treba izvesti osiguranje građevne jame i eventualno crpljenje vode. Nadzorni inženjer (po potrebi zajedno s geomehaničarom i projektantom) treba obaviti kontrolu nosivosti temeljnog tla i potvrditi da se podudara s projektnim pretpostavkama. Betoniranje treba početi odmah nakon odobrenja nadzornog inženjera.

Moguće betoniranje pod vodom može se izvoditi ako je predviđeno projektom konstrukcije i ako je to odobrio nadzorni inženjer. Pri tome ne smije biti ispiranja betona, a isprani površinski sloj betona treba ukloniti. Količina cementa u betonu koji se ugrađuje pod vodom ne smije biti manja od 350 kg po kubičnom metru ugrađenog betona.

Kod temelja u armiranom betonu koji će u uporabi biti u uvjetima agresivnosti okoline klasa XD2, XD3, XS2 i XS3, zaštitni sloj betona treba biti 75 mm na dostupnim dijelovima i 100 mm na nedostupnima.

Obračun rada

Rad se mjeri u kubičnim metrima ugrađenog betona i obračunava prema ugovorenim jediničnim cijenama, uključivo sve troškove rada, materijala prijevoza, završne obrade, njegovanja i zaštite.

7-01.4.2 Betoniranje pilota

Vrstu pilota, oblik, dimenzije, način armiranja i klasu betona treba utvrditi projektom konstrukcije u skladu s važećim propisima za projektiranje i izvedbu temelja građevina.

Najniža klasa betona gotovih pilota koji se betoniraju izvan temeljnog tla i u njega zabijaju treba biti C25/30. Zabijanje takvih pilota može početi kad beton pilota dosegne uvjetovanu klasu. Prvi takav zabijeni pilot treba smatrati probnim pilotom i pri njegovu zabijanju treba mjeriti i zapisnički utvrditi sve elemente potrebne za kontrolu i potvrdu ispunjenja projektnih uvjeta nosivosti pilota (dimenzije i položaj u temeljnoj jami, težinu i visinu pada malja te veličinu prodiranja nakon svakih 10 udaraca). Zapisnički ili upisivanjem u dnevnik nužno je utvrditi iste elemente i pri zabijanju ostalih pilota.

Sve vrste bušenih pilota trebaju prema projektom odabranom tipu i uvjetima izvoditi specijalizirani izvođači s dokazanim referentnim iskustvom u tim radovima. Pri temeljenju mostova na većem broju takvih pilota u slabo nosivom tlu, naročito kad piloti preuzimaju opterećenje preko plašta, treba njihovu nosivost prethodno dokazati pokusnim opterećenjem. Prije betoniranja pilota, nadzorni inženjer treba obaviti kontrolu položaja armature, posebno osiguranja projektiranog zaštitnog sloja betona. Tijekom betoniranja treba registrirati brzinu napredovanja, sve moguće zastoje u radu i količinu ugrađenog betona, prema kojoj se procjenjuje i zapunjenost bušotine betonom.

Svi pogrešno izvedeni piloti ili piloti koji pretrpe nedopuštene deformacije ili odstupanja od projektirane pozicije ili se nedovoljno zapune betonom moraju se zamijeniti novim o trošku izvođača.

Obračun rada

Rad se mjeri u metrima izvedenih pilota i obračunava prema ugovornim jediničnim cijenama, uključivo sav rad, potrošeni materijal i obradu glava pilota za vezu s naglavnom gredom ili pločom.

7-01.4.3 Betoniranje stupova, masivnih zidova i svodova od nearmiranog betona

Izrađuju se u dimenzijama, kakvoći betona i detaljima kako je određeno projektom konstrukcije s kamenom oblogom, ili bez nje. Upotrijebljena kamena obloga treba biti od zdravog kamena, pouzdano otpornog na smrzavanje u najmanje 100 ciklusa, dokazanog ispitivanjima prema važećoj normi.

Neobloženi stupovi, zidovi i svodovi betoniraju se u glatkoj oplati uz naknadnu obradu površine ili bez nje, a obloženi uz kamenu oblogu projektirane debljine i arhitektonske obrade površine.

Obračun rada

Rad betonskog dijela mjeri se u kubičnim metrima ugrađenog betona, a kamena obloga projektirane debljine u četvornim metrima i obračunavaju prema ugovorenim jediničnim cijenama, uključivo sav rad, materijal, prijevoz i završnu obradu.

7-01.4.4 Ostali armiranobetonski dijelovi i konstrukcije

Ostali armiranobetonski dijelovi i konstrukcije mostova izvode se prema projektnim rješenjima i detaljima, pri čemu za svaki dio treba u nacrtima i u troškovniku navesti klasu betona i uvjetovana posebna svojstva ovisna o uvjetima uporabe građevine, a u skladu s potpoglavljima 7-00.1 i 7-00.2 ove knjige Tehničkih uvjeta. Pri tome treba posebnu pažnju posvetiti kakvoći betona i debljini zaštitnih slojeva kod konstrukcija na otvorenom i konstrukcija u agresivnim okolinama.

U uvjetima agresivnosti okoline XD2, XD3 i XS1 najmanji zaštitni sloj betona treba biti najmanje 50 mm, a u uvjetima agresivnosti okoline XS2 i XS3 najmanje 75 mm i v/c faktor betona u oba slučaja manji od 0,40.

Svi betoni elemenata izloženih povremenom vlaženju i smrzavanju trebaju biti otporni na smrzavanje u 200 ciklusa prema HRN U.M1.016, a betoni izloženi neposrednom djelovanju smrzavanja i soli za odmrzavanje otporni na to djelovanje u 50 ciklusa prema HRN U.M1.055. U tu svrhu i jedni i drugi trebaju biti optimalno aerirani.

Predgotovljene elemente treba dopremati, montirati i povezivati (monolitizirati) prema uvjetima iz potpoglavlja 7-00 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Vidne površine betona mogu biti prirodno glatke, kakve izađu iz oplate, ili posebno uvjetovane i obrađene. Kriterije posebnog izgleda ili obrade vidnih površina betona trebaju naručitelj, projektant i izvođač utvrditi pokusnom izvedbom takvih površina.

Dijelove konstrukcija s uvjetovanom jednolikom vidnom površinom betona treba izvoditi s betonom proizvedenim s istim cementom, agregatom i mineralnim dodacima.

Obračun rada

Rad se mjeri u kubičnim metrima ugrađenog betona i obračunava prema ugovorenim jediničnim cijenama, uključivo sve troškove rada, materijala prijevoza, završne obrade, njegovanja i zaštite.

7-01.4.5 Mlazni beton

Pod mlaznim betonom treba razumijevati beton koji se ugrađuje u struji zraka pod tlakom kroz posebne mlaznice i velikom brzinom i energijom nanosi na podlogu, pri čemu se i kompaktira i prianja uz podlogu.

U suhom postupku nanošenja dodaju se smjesi cementa i agregata na mlaznici voda (također pod tlakom), a u mokrom se na postupku mlaznicu dovodi gotova smjesa konzistencije 3 do 5 cm po mjeri slijeganja.

Postupak nanošenja mlaznog betona (suhi ili mokri) treba odabrati projektant prema namjeni i uvjetima kakvoće betona, uvjetima izvedbe i cijeni koštanja. Uvjetovana kakvoća betona treba uvijek biti na prvome mjestu. Dileme u izboru dolaze od toga što suhi postupak daje bolji beton (kompaktniji i čvršći, s boljom prionljivošću na podlogu), ali i znatno veći odskok (otpad) materijala, osobito na vertikalnim i podglednim površinama, i prašinu, posebno neugodnu pri radu u zatvorenom prostoru.

Priprema smjese mlaznog betona

Za izradu smjese mlaznog betona treba rabiti iste sastavne materijale kao i za ostale betone iste uvjetovane kakvoće, koji zadovoljavaju uvjete iz poglavlja 7-00.1 i 7-00.2 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Mlazni beton treba projektom konstrukcije uvjetovati prema EN 206 kao projektirani (uvjetovan svojstvima prema poglavlju 4. i točkama 5.3 do 5.5 EN 206) ili kao zadani beton (uvjetovan sastavom). Prvi način se uobičajeno primjenjuje za mokri postupak nanošenja, a drugi za suhi.

Omjer masa cementa i agregata u suhom postotku treba ovisno o uvjetovanoj čvrstoći biti u granicama od 1:6 (za C 25/30) do 1:2 (za C 40/50). Omjer se nakon ugradnje zbog odskoka pretežno krupnijih zrna reducira na 1:4 do 1:1,2. Zbog toga maksimalno zrno agregata iznad 16 mm treba izbjegavati.

Proizvodnja i jedne i druge smjese mora u svemu zadovoljavati uvjete iz poglavlja 7-00.1 i 7-00.2 ove knjige Tehničkih uvjeta, s time da se kontrola i potvrđivanje sukladnosti proizvodnje smjese za mokri postupak provodi kao i za obični betona, a za suhi postupak na izvedenom mlaznom betonu prema ovdje danim uvjetima.

Pri tome se kod projektiranog mlaznog betona obvezno uvjetuje klasa (karakteristična 28-dnevna tlačna čvrstoća) i prema potrebi neka od sljedećih ostalih svojstava:

- najmanja količina cementa,
- najveći v/c faktor,
- vlačna čvrstoća,
- žilavost,
- rana čvrstoća,
- nepropusnost,
- upijanje vode,
- prionljivost na podlogu.

Kod mlaznog betona zadanog sastava treba uvjetovati:

- tip i količinu cementa,
- v/c faktor ili konzistenciju,
- omjer cementa i agregata,
- vrstu i količnu vlakana,
- tip i količinu agregata,
- tip i količinu kemijskih dodataka,
- tip i količinu mineralnih dodatak.

Uobičajeni se v/c faktor kod suhog postupka kreće od 0,35 do 0,50, a kod mokrog oko 0,45.

Izvedba radova u mlaznom betonu

Prije nanošenja mlaznog betona treba obaviti potrebne pripreme podloge na koju će se nanositi i opreme kojom će se izvoditi.

Na stjenovitoj podlozi treba:

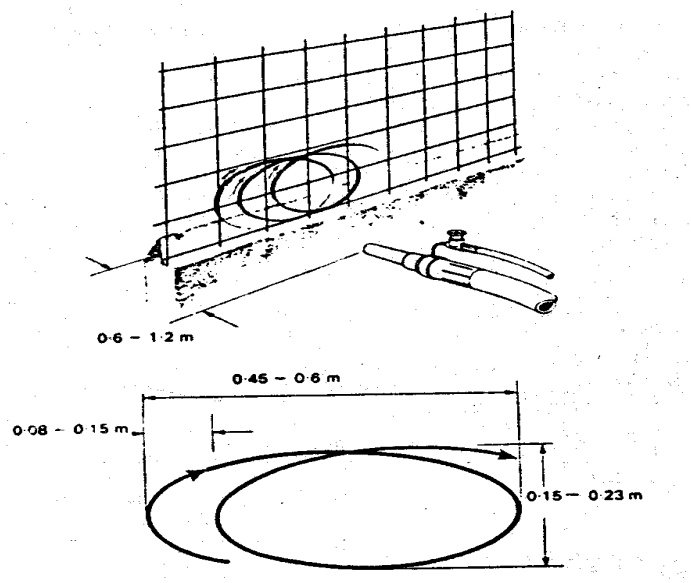
- ukloniti trošne i labave dijelove,
- kartirati stijenu radi procjene potrebe podupiranja ili
- njezine nosivosti,
- drenirati ili blokirati prodore vode.

Na podlozi betonske konstrukcije, koja se sanira, treba:

- utvrditi i ocijeniti stanje konstrukcije i podloge,
- utvrditi i po mogućnosti ukloniti uzroke oštećivanja,
- ukloniti oštećene i sve druge trošne dijelove,
- ukloniti karbonatizirani ili kloridima i drugim agresivnim tvarima zagađeni površinski sloj betona.

Opremu za prijevoz i nanošenje smjese mlaznog betona treba ispravno dimenzionirati (kompresor kapaciteta najmanje 10 m^3 komprimiranog zraka tlaka najmanje 2,5 do 3,0 bara, tako da daje jednoliki mlaz smjese, i dovod vode na mlaznicu s tlakom oko 4,0 bara, uvijek većim od tlaka zraka).

Prije nanošenja mlaznog betona treba dobro navlažiti podlogu i zapuniti veće pukotine i rupe. Nanošenje započeti s dna i napredovati prema gore.



Slika 7-01.4.5-1 Shema ispravnog nanošenja mlaznog betona

Treba imati na umu da je osnovni preduvjet kvalitetnog mlaznog betona ispravna ugradnja, tj. ispravno rukovanje mlaznicom, za što je nužna kvalificirana i iskusna osoba, koja svaki puta prije početka nanošenja mlaznog betona treba provjeriti ispravnost i pripremljenost opreme, posebno tlačnih cijevi i spojeva. Mlaznicu treba držati okomito na podlogu na optimalnoj udaljenosti (0,6 do 1,2 m) i spiralno je pomicati, kao na slici 7-01.4.5-1.

Izvedene površine mlaznog betona treba štiti od evaporacije vlage kao i obični beton (u svemu prema uvjetima iz poglavlja 7-00.2 ove knjige Tehničkih uvjeta i HRN EN 206).

Pri projektiranju i obračunu radova u mlaznom betonu suhog postupka nanošenja treba računati s odskokom kako ga prikazuje tablica 7-01.4.5-1.

Tablica 7-01.4.5-1 Odskok suhog postupka nanošenja mlaznog betona

Podloga (smjer mlaza)	Odskok (% mase)
Pod ili podna ploča	5-15
Nagnuta i vertikalni zid	15-30
Strop (podgled)	25-50

Uvjeti kakvoće, kontrola i potvrđivanje sukladnosti

Svojstva mlaznog betona slična su svojstvima obično ugrađenog betona pa ih treba ispitivati i kontrolirati istim ili sličnim postupcima.

Projektom konstrukcije treba, kao i za obični beton, za svaku primjenu utvrditi klasu mlaznog betona, a zatim debljinu sloja, način pripreme podloge, završnu obradu, radne i dilatacijske spojnice, način zaštite, i ostala (posebna) svojstva ovisna o uvjetima uporabe.

Bitno je svojstvo mlaznog betona čvrstoća veze s podlogom, koju treba ispitivati kidanjem zarezanih uzoraka dimenzija 40x40 mm ili još bolje (radi izbjegavanja koncentracije naprezanja) kružnih uzoraka promjera 50 mm. Na jednom mjernom mjestu treba izvršiti tri ili još bolje pet kidanja i utvrditi njihov prosjek.

Klasu tlačne čvrstoće mlaznog betona treba uvjetovati prema klasama C24/30 do C48/60 iz EN 206 i poglavlja 7-01 ove knjige Tehničkih uvjeta (tablica 7-01.4.5-2).

Tablica 7-01.4.5-2 Klase tlačne čvrstoće mlaznog betona

	Karakteristična čvrstoća, N/mm^2						
Klasa	C24/30	C28/35	C32/40	C36/45	C40/50	C44/45	C48/60
Valjak	24	28	32	36	40	44	48
Kocka	30	35	40	45	50	55	60

Tlačnu čvrstoću mlaznog betona s maksimalnim zrnom agregata do 16 mm treba ispitivati na uzorcima promjera 50 mm. Tlačne čvrstoće mlaznog betona utvrđene na takvim uzorcima visine 100 mm, koje odgovaraju karakterističnim čvrstoćama klasa iz tablice 7-01.4.5-2, prikazane su u tablici 7-01.4.5-3. Preračunane su uz uvažavanje 0,85 faktora redukcije tlačne čvrstoće bušenog valjka na standardni uzorak.

Tablica 7-01.4.5-3 Tražene tlačne čvrstoće mlaznog betona

	Najmanja tlačna čvrstoća, N/mm^2						
Klasa	C24/30	C28/35	C32/40	C36/45	C40/50	C44/45	C48/60
Valjak	20,5	24	27	30,5	34	37,5	41

Tlačnu čvrstoću debljih obloga mlaznog betona s maksimalnim zrnom agregata većim od 16 mm treba ispitivati na odgovarajućim uzorcima većih dimenzija i preračunavati ih na tlačnu čvrstoću valjka promjera 50 mm i visine 100 mm. Rezultate ispitivanja valjaka omjera visine i promjera različitih od 2,0 treba preračunavati na čvrstoću ekvivalentnog valjka prema vrijednostima iz tablice 7-01.4.5-4.

Tablica 7-01.4.5-4 Faktori preračunavanja tlačne čvrstoće valjka u ekvivalentnu čvrstoću kocke ili valjaka

Omjer visine i promjera	Faktor kocke	Faktor valjka
2,00	1,15	1,00
1,75	1,12	0,97
1,50	1,10	0,95
1,25	1,07	0,93
1,10	1,03	0,89
1,00	1,00	0,87
0,75	0,88	0,76

Uzorci se buše iz izvedenih dijelova obloge ili iz posebno pripremljenih ploča, koje se za ispitivanje svojstava mlaznog betona izvode pod uvjetima i na način izvedbe mlaznog betona na građevini, i ispituju prema HRN EN 4012.

Na jednom mjernom mjestu buše se i ispituju po tri valjka i utvrđuje njihova srednja vrijednost, koja se dalje uzima kao jedan rezultat ispitivanja, a potrebni broj takvih uzoraka i kriteriji potvrđivanja sukladnosti utvrđuju prema točki 8.2.1 EN 206. Najmanji pojedinačni rezultat ne smije biti manji od 75 % vrijednosti uvjetovane prema klasama iz tablice 7-01.4.5-3.

Vlačna čvrstoća mlaznog betona uvjetuje se, ako je potrebno, projektom konstrukcije i ispituje cijepanjem uzoraka bušenih kao i u prethodnom slučaju, iz izvedene obloge ili iz kontrolnih ploča. Broj potrebnih uzoraka i kriteriji potvrđivanja sukladnosti utvrđuju se projektom konstrukcije prema točki 8.2.2. EN 206.

Kod debljih obloga prednost treba dati bušenju uzoraka iz izvedene obloge, a iz kontrolnih panela samo iznimno kod tanjih obloga.
U programiranje i planiranje kontrole kakvoće i potvrđivanje sukladnosti mlaznog betona treba uključiti neutralnu ovlaštenu instituciju.

Projektom konstrukcije treba ovisno o uvjetima uporabe utvrditi i ostala svojstva mlaznog betona, koja se ispituju i potvrđuju na isti način kao i ista svojstva obično ugrađenog betona.

Obračun rada

Radovi izvedeni u mlaznom betonu mjere se u četvornim metrima izvedenih obloga određene debljine i obračunavaju po ugovorenim cijenama, uključujući sav rad i materijale u proizvodnji smjese, prijevoz, ugradnju, zaštitu i sve ostalo što je potrebno za potpuno dovršenje rada.

7-01.4.6 Beton armiran vlaknima

Dodatkom vlakana kao djelomične ili potpune zamjene klasične armature betonu povećava se:

- vlačna čvrstoća (uglavnom ukupna, a neznatno pojave prvih pukotina),
- otpornost prema pojavi pukotina (osobito pukotina od skupljanja) i poslije pukotinska krutost betona,
- otpornost prema udaru, habanju i dinamičkom opterećenju.

Često se u praksi spominje kao mikroarmirani beton, premda su vlakna milimetarskih ili centimetarskih a ne mikronskih duljina.

Rabe se vlakna od:

- bezalkalnog stakla,
- čelika,
- polipropilena,
- azbesta,
- materijala biljnog porijekla.

Danas u praksi preteže i sve je češća uporaba čeličnih i polipropilenskih vlakana, naročito u različitim vrstama obloga od mlaznog betona.

Pri projektiranju i primjeni betona armiranog vlaknima treba imati na umu da je poboljšanje prethodno nabrojenih svojstava betona proporcionalno postotku volumena vlakana u odnosu na volumen betona i omjerom dužine i promjera vlakana (l/d), ali i da duža vlakna smanjuju obradivost i otežavaju ugradnju betona.

Prednost uporabi vlakana treba davati u izradi

- elemenata tankih stijenki koji se teško klasično armiraju (cijevi, glazura, dekorativnih elemenata i sl.),
- prometnih i protočnih površina izloženih teškim uvjetima uporabe,
- konstrukcija opterećenih pri uporabi povišenim temperaturama i termičkim šokovima,
- tunelskih obloga,
- sanacija površinski oštećenih betona.

Proizvodnja, ugradba, kontrola kakvoće i potvrđivanje sukladnosti betona armiranog vlaknima isti su kao i kod običnog betona.

Obračun rada

Radovi izvedeni u betonu armiranom vlaknima mjere se i obračunavaju na isti način kao i obični ili mlazni beton.

7-01.4.7 Beton visoke i vrlo visoke kakvoće

Beton visoke kakvoće je beton visoke gustoće i nepropusnosti pa time i visoke čvrstoće i trajnosti. Rabi se danas u izvedbi vrlo opterećenih tlačnih elemenata visokih građevina i konstrukcija u agresivnim uvjetima uporabe, tipično npr. mostova u kloridno agresivnoj okolini.

Dobiva se reduciranjem dijela vode iznad kemijske potrebe hidratacije cementa, koja se betonu dodaje radi postizanja odgovarajuće ugradivosti, i povećanjem gustoće i homogenosti očvrslog cementnog kamena, posebno njegove veze sa zrnima agregata, kao najslabije karike u strukturi betona. Prvo se postiže dodatkom superplastifikatora, a ovo drugo dodatkom vrlo finih reaktivnih praškastih materijala (silikatne prašine i sl.).

Pod betonom visoke kakvoće treba danas razumijevati beton tlačne čvrstoće reda veličine 100 N/mm^2, a vrlo visoke beton tlačne čvrstoće reda veličine 200 N/mm^2. Prvi je danas već u uobičajenoj primjeni, a drugi tek u fazi intenzivnih istraživanja i prvih eksperimentalnih primjena.

Prvi se proizvodi s materijalima uobičajene ali ujednačenije kakvoće i nešto većim doziranjem cementa, ali značajno sniženim v/c faktorom u odnosu na obični beton, a drugi sa znatno (gotovo dvostruko) većom količinom cementa, bez krupnih frakcija agregata i s termičkom obradom već djelomično očvrslog betona.

Preporučljivo je armirane i prednapete dijelove betonskih građevina u neposrednom dodiru s kloridima projektirati i izvoditi u betonu visoke kakvoće, jasno, uz detaljna prethodna i teorijska i praktična istraživanja uvjeta te mogućnosti primjene.

Pri tome se primjenjuje uobičajena tehnologija proizvodnje, ugradbe i kontrole te potvrđivanja sukladnosti kakvoće.

Obračun rada

Rad se mjeri u kubičnim metrima ugrađenog betona i obračunava prema ugovorenim jediničnim cijenama, uključivo sve troškove rada, materijala prijevoza, završne obrade, njegovanja i zaštite.

7-01.5 ČELIK ZA ARMIRANJE BETONA

Izrada

Način savijanje, sječenja i postave armature propisano je u potpoglavlju 7-00.2 ovih OTU.

Kontrola kakvoće

Način utvrđivanja i kontrole kakvoće čelika za armiranje betona propisan je u potpoglavlju 7-00.2 ovih OTU. Prije početka svakog betoniranja nadzorni inženjer treba provjeriti i potvrditi da su čelik za armiranje betona i beton koji će se ugraditi sukladni projektnim uvjetima i važećim propisima.

Svi pripremljeni materijali i čelik za armiranje betona, moraju u potpunosti zadovoljavati uvjete iz potpoglavlja 7-00.2 ove knjige Tehničkih uvjeta te uvjete važećih normi i drugih propisa.

Obračun rada

Rad se obračunava po kg ugrađene armature. Jedinična cijena obuhvaća nabavku čelika, pregled, čišćenje i razvrstavanje prije izrade, savijanje, sječenje i dopremu na gradilište te postavljanje na mjesto ugradnje.

U cijenu je uključen i sav pomoćni materijal za ugradnju. Količina armature mora odgovarati predmjeru, osim ako nadzorni inženjer ne odredi drugačije. Obračun ovog rada može biti uključen u cijeni gotovog betona, ako se tako ugovori s izvoditeljem radova.

7-01.6 PREDNAPINJANJE

Izrada

Način prednapinjanja, sidrenja i ostalih radova na prednapinjanju, propisani su u potpoglavlju 7-00.2 ovih OTU.

Kontrola kakvoće

Način utvrđivanja i kontrole kakvoće čelika za prednapinjanje, sidrenih i veznih elemenata te ostalih materijala koji se koriste u prednapregnutim konstrukcijama, propisan je u potpoglavlju 7-00.2 ovih OTU. Prije početka svakog rada na betoniranju i prednapinjanju, nadzorni inženjer treba provjeriti i potvrditi da su svi materijali i oprema koji će se ugraditi, sukladni projektnim uvjetima i važećim propisima.

Prednapeti dijelovi armiranobetonskih konstrukcija ne smiju biti klase betona ispod C30/37. Pri njihovoj izvedbi treba strogo poštivati propisane uvjete iz potpoglavlja 7-00 ove knjige Tehničkih uvjeta i uvjete projekta, posebno uvjete unošenja sile i zaštite prednapetih kabela.

Zaštitu (injektiranje) prednapetih kabela treba izvoditi odmah nakon prednapinjanja. Beton prednapetih elemenata klase C40/50 i više ne mora se u uvjetima djelovanja smrzavanja aerirati ako nisu neposredno izloženi kloridima iz mora ili solima za odmrzavanje.

Obračun rada

Rad se obračunava po kg ugrađenog čelika. Jedinična cijena obuhvaća nabavku čelika, pregled, čišćenje i razvrstavanje prije izrade, sječenje i dopremu na gradilište te postavljanje na mjesto ugradnje sa potrebnim sidrenim i veznim materijalom za potpuni završetak poslova.

U cijenu je uključen i sav pomoćni materijal za ugradnju. Količina čelika mora odgovarati projektu, osim ako nadzorni inženjer ne odredi drugačije. Obračun ovog rada može biti uključen u cijeni gotovog betona, ako se tako ugovori s izvoditeljem radova.

7-01.7 LEŽAJEVI I DILATACIJSKE NAPRAVE

Način oslanjanja uzdužnih dijelova rasponske konstrukcije na naglavnice stupova treba detaljno riješiti projektom konstrukcije dajući prednost elastomernim i kombiniranim čelično-elastomernim ležajevima na bazi sintetičnog kaučuka (neoprena ili teflona). Potrebe i mogućnosti preuzimanja vertikalnog opterećenje i pomaka i zaokreta treba utvrditi projektom konstrukcije i sukladnost tih svojstava potvrditi na izabranom tipu ležaja ispitivanjima u za to ovlaštenoj instituciji.

Položaj, oblik, dimenzije i tip dilatacijskih naprava za eliminiranje utjecaja skupljanja i puzanja betona, nejednolikog slijeganja dijelova konstrukcije, elastičnih deformacija od opterećenja i temperaturnog rada konstrukcije treba detaljno riješiti projektom konstrukcije i označiti u nacrtima.

Obračun rada

Rad na ležajevima mjeri se u komadima ugrađenih ležaja i obračunava prema ugovornim jediničnim cijenama.

Rad na izradi dilatacija mjeri se u metrima ugrađenih dilatacijskih naprava i obračunava prema ugovornim jediničnim cijenama

7-01.8 ODVODNJA KOLNIČKIH I HODNIČKIH POVRŠINA

Odvodnju kolničkih i hodničkih površina treba detaljno riješiti projektom konstrukcije sa svim potrebnim nagibima i detaljima položaja i prodora slivnika kroz kolničku konstrukciju, položaja, vrste i promjera sabirnih cijevi i njihovih priključaka na slivnike. Slivničke izvode treba tako projektirati i izvesti da oborinska vode, posebno ne ona od otapanja snijega sa solima, ne pršće i ne ugrožava trajnost pojedinih dijelova konstrukcije (čak ni uz nanošenje vjetrom).

Obračun rada

Rad se mjeri u komadima ugrađenih slivnika i obračunava po jediničnim ugovornim cijenama, uključivo sav rad, materijal, dodatnu sabirnu opremu, prijevoz i završnu obradu.

7-01.9 HIDROIZOLACIJE

Opis

Ovi tehnički uvjeti obrađuju izvedbu hidroizolacije betonskih cestovnih objekata na bazi bitumenskih proizvoda.

Hidroizolacija se izvodi u cilju sprečavanja korozijskog djelovanja vode i u njoj otopljenih agresivnih tvari.

Cjeloviti sustav hidroizolacije čine:

- temeljni sloj,
- brtveni sloj i
- zaštitni sloj.

Temeljni sloj služi za povezivanje betonske podloge i brtvenog sloja te za popunjavanje pora u betonskoj podlozi. Izvodi se od dvokomponentne epoksidne smole ili hladnog bitumenskog premaza.

Brtveni sloj spriječava prodor agresivnih tvari u betonsku podlogu, a izvodi se od bitumenskih traka ili asfaltnog mastiksa.

Zaštitni sloj štiti brtveni sloj od mehaničkog i drugih oštećenja, a izvodi od lijevanog ili valjanog asfalta, ovisno o načinu izvedbe brtvenog sloja.

Opći principi izvedbe hidroizolacije

Načelno, hidroizolaciju treba izvoditi pri povoljnim vremenskim uvjetima, uz pridržavanje propisanih graničnih vrijednosti temperature i vlažnosti zraka. Stoga radove na izvedbi hidroizolacije treba planirati za pogodno godišnje doba.

Ako iz nužnih razloga hidroizolacija treba izvoditi pri nepovoljnim vremenskim uvjetima, tada treba predvidjeti posebne mjere zaštite, koje će omogućiti izvođenje u skladu s propisanim uvjetima (npr. pokrivanjem dijela objekta na kojem se izvodi hidroizolacija).

Betonska ploča treba u pravilu biti stara najmanje 21 dan prije početka izvedbe hidroizolacije.

Izvođač mora pravovremeno najaviti početak pripreme podloge i plan izvedbe svake sljedeće faze rada.

Sve faze rada od pripreme podloge do izvedbe zaštitnog sloja treba izvesti kontinuirano, i u što je moguće kraćem vremenskom razdoblju.

Radni proces treba tako organizirati da se svaka izvedena površina može odvodnjavati u svakom trenutku.

Površina betonske ploče treba biti propisano ravna, čista i suha, bez nevezanog ili slabo vezanog materijala ili prašine.

Uljne mrlje i druge teško odstranjive dijelove treba ukloniti pjeskarenjem ili visokotlačnim vodenim mlazom.

Odstupanja od propisane ravnosti, mjerena letvom duljine 3 m, smiju iznositi najviše:

- 30 mm na duljini 3 m,
- 15 mm na duljini 2 m,
- 10 mm na duljini 1 m.

Prije početka izvedbe hidroizolacije, izvođač je dužan geodetski snimiti površinu betonske ploče, te izmjeriti uzdužnu i poprečnu ravnost, a izmjerene i obrađene podatke predati nadzornom inženjeru najmanje sedam dana prije početka izvedbe hidroizolacije.

U slučaju potrebe, nadzorni će inženjer izvođaču dati nalog za provedbu sanacije betonske podloge u svrhu korekcije utvrđene neravnosti.

Srednja vrijednost čvrstoće na kidanje sanirane betonske podloge treba biti najmanje 1,5 N/mm^2, a pojedinačni rezultat ne smije biti manji od 1,0 N/mm^2. Ispitivanje čvrstoće na kidanje provodi se prema ZTV-SIB 90, Anhang 2.

Izvođač će za predloženi način sanacije i vrste predloženog sanacijskog materijala tražiti suglasnost nadzornog inženjeru.

Ovim su OTU obrađena dva tipa hidroizolacije i to:

- hidroizolacija bitumenskim trakama (sljepljena hidroizolacija) i
- hidroizolacija asfaltnim mastiksom (nesljepljena hidroizolacija).

Materijali za izvedbu hidroizolacije

Stakleni voal

Kakvoća staklenog voala mora odgovarati zahtjevima norme DIN 52141 i DIN 52142.

Bitumenski premaz

Tablica 7-01.9-1 Uvjeti kakvoće osnovnog bitumenskog premaza

Svojstvo	Jedinica mjere	Uvjet	Metoda ispitivanja
Udio bitumena	%(*m/m*)	30 do 50	DIN 53215
Točka razmekšanja ekstrahiranog bitumena: - oksidirani bitumen - cestograđevni	°C	 80 do 125 54 do 72	HRN EN 1427
Penetracija ekstrahiranog bitumena	1/10 mm	10 do 45	HRN EN 1462
Točka loma po Fraassu, najviše: - oksidirani bitumen - cestograđevni	°C	 - 10 - 2	HRN EN 12593
Plamište Abel-Pensky, najmanje	°C	21	DIN 51755
Vrijeme istjecanja	s	15 do 80	HRN EN ISO 2431
Vrijeme sušenja, najviše	h	3	DIN 53150

Bitumenska masa za zalijevanje razdjelnica

Tablica 7-01.9-2 Uvjeti kakvoće bitumenske mase za zalijevanje razdjelnica

Svojstvo	Jedinica mjere	Uvjet	Metoda ispitivanja
Točka razmekšanja, najmanje	°C	85	HRN EN 1427
Postojanost pri taloženju u vrućem stanju, najviše	%(*m/m*)	3	DIN 1996-16
Konusna penetracija na 25 °C	1/10 mm	40 do 90	prEN 13880-2
Postojanost na toplini: - promjena konusne penetracije, najviše	%	25	prEN 13880-4
Dužina tečenja, 60 °C /5 sati, najviše	mm	5	TL BitFug 82 Anhang 4
Otpornost na pregrijavanje: - promjena PK, najviše - dužina tečenja, najviše	°C mm	10 5	TL BitFug 82 Anhang 2
Ispitivanje po Hermanu, (visina pada 500 cm kod –20 °C)	-	bez oštećenja 3 od 4 kugle	DIN 1996 Teil 18
Postojanost oblika na toplini, najviše	vrijednost deformacije	6,5	DIN 1996 Teil 17
Istezljivost i prionljivost prema Rabeu, najmanje	mm	5	TL BitFug 82 Anhang 6

Asfaltni mastiks

Asfaltni mastiks je smjesa kamenog brašna, pijeska karbonatnog sastava do najvećeg zrna od 2 mm i bitumena, kod koje je udio bitumenskog morta veći od raspoloživog prostora u maksimalno zbijenom kamenom skeletu.

Prirodni i drobljeni pijesak moraju zadovoljiti uvjete kakvoće dane u točki 6-00.2.4, Knjiga III ovih OTU.
Za proizvodnju asfaltnog mastiksa upotrebljavaju se sljedeće kategorije pijeska:

- DP02-S
- DP02
- PP01
- PP02

Kameno brašno mora zadovoljiti uvjete kakvoće dane u točki 6-00.2.5. Primjenjuje se kameno brašno kategorije KB-I.

Za izradu asfaltnog mastiksa upotrebljava se cestograđevni bitumen BIT 60 ili BIT 45 prema normi HRN U.M3.010, odnosno bitumen 50/70 ili 35/50 prema normi EN 12591 a mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u točki 6-00.2.6, Knjiga III ovih OTU.

Za izradu asfaltnog mastiksa kao brtvenog sloja hidroizolacije kolničke ploče na cestovnim mostovima i vijaduktima primjenjuje se i polimerom modificirani bitumen tipa PmB 50/70-65 ili PmB 30/50-58, koji mora zadovoljavati zahtjeve kakvoće dane u točki 6-00.2.7, Knjiga III ovih OTU.
Osim sintetičkim polimerima cestograđevni se bitumen može poboljšati i dodavanjem određene količine prirodnog asfalta na temelju prethodnih laboratorijskih ispitivanja.

Sastav asfaltnog mastiksa

Tablica 7-01.9-3 Granulometrijski sastav kamene smjese asfaltne mješavine za asfaltni mastiks

Kvadratni otvor okaca sita, mm	Prolaz kroz sito %(*m/m*)
0,09	30 do 45
0,25	40 do 65
0,71	60 do 90
2,0	90 do 100
4,0	100

Orijentacijski udio bitumena u asfaltnom mastiksu iznosi 13 do 16 %(*m/m*).
Točan udio bitumena određuje se izradom prethodnog sastava asfaltne mješavine i radnog sastava asfaltne mješavine.

Svojstva asfaltnog mastiksa

Na asfaltnoj mješavini asfaltnog mastiksa ispituje se točka razmekšanja po Wilhelmiju i mora se nalaziti u rasponu od 90 do 140 ^{O}C.
Svojstva akstrahiranog veziva u odnosu na upotrijebljenu vrstu bitumena mogu se promijeniti do druge sljedeće vrste bitumena, što se utvrđuje ispitivanjem penetracije na 25 ^{O}C, točke razmekšanja po PK i točke loma po Fraassu.

Epoksidna smola

Epoksidna smola treba biti bez otapala i punila, niske viskoznosti, otporna na visoke temeperature i mora zadovoljiti uvjete iz tablice 7-01.9-4.

Tablica 7-01.9-4 Uvjeti kakvoće epoksidne smole

Svojstvo	Jedinica mjere	Uvjet*	Metoda ispitivanja
Viskoznost kod 12 °C, najviše	mPa s	4000	EN ISO 3219
Ostatak nakon žarenja, najviše	% (*m/m*)	1	EN ISO 3451-1
Vrijeme miješanja i obrade, najmanje	min	10	TP-BEL-EP točka 3.2.3
Otvrdnjavanje: - tvrdoća nakon 7 dana, najmanje - vrijeme otvrdnjavanja kod normalne klime, najviše - vrijeme otvrdnjavanja kod 12 °C i 85 % rel. vlažnosti zraka, najviše	 - h h	 60 18 40	 TP-BEL-EP točka 3.2.4
Udio nehlapivih sastojaka, najmanje	% (*m/m*)	98	TP-BEL-EP točka 3.2.6
Upijanje vode u očvrslom stanju, najviše	% (*m/m*)	2,5	TP-BEL-EP točka 3.2.8

* odnosi se na smjesu komponenata

Osim uvjeta navedenih u tablici 7-01.9-4, reakcijska epoksidna smola mora biti otporna na vlagu sukladno TP-BEL-EP (točka 3.2.5) i otporna na visoke temperature prema TP-BEL-EP točka 3.3.3).

Upotrebljivost reakcijske epoksidne smole na "mladom" betonu dokazuje se ispitivanjem prema TP-BEL-EP (točka 3.4).

U svrhu identifikacije proizvoda, proizvođač mora navesti sljedeće podatke o svojstvima pojedinih komponenata reakcijske epoksidne smole:

- gustoću određenu prema normi EN ISO 2811-1,
- infracrvenu spektralnu analizu prema normi DIN 51451,
- termogravimetrijsku analizu prema TP-BEL-EP točka 3.1.4.

Osim toga proizvođač ili dobavljač mora dati sve relevantne podatke vezane za postupak primjene (oznaku proizvoda, broj šarže i datum proizvodnje, omjere komponenata, potrebnu količinu materijala, vrijeme obrade, minimalno potrebno vrijeme čekanja za ugradbu bitumenske trake).

Pijesak za posipavanje

Pijesak za posipanje i obradu epoksidnom smolom mora biti kvarcni, uvjeta kakvoće prema tablici 7-01.9-5.

Pijesak se uzorkuje sukladno normi HRN B.B0.001 ili normi EN 932-1, a priređuje za ispitivanje prema normi EN 932-2.

Tablica 7-01.9-5 Uvjeti kakvoće kvarcnog pijeska

Svojstvo	Jedinica mjere	Uvjet	Metoda ispitivanja
Zrnavost 0,1/0,8 mm:			HRN B.B8.029 ili EN 933-1
- udio zrnja < 0,063 mm, najviše	%(*m/m*)	0.5	
- podmjerna zrna, najviše	%(*m/m*)	5	
- nadmjerna zrna, najviše	%(*m/m*)	10	
Zrnavost 0,5/1,2 mm:			
- udio zrnja < 0.063 mm, najviše	%(*m/m*)	0.3	
- podmjerna zrna, najviše	%(*m/m*)	5	
- nadmjerna zrna,najviše	%(*m/m*)	10	

Bitumenska masa za ljepljenje

Svojstva oksidiranog bitumena, odnosno bitumenske mase za ljepljenje bitumenskih traka po vrućem postupku trebaju zadovoljavati uvjete navedene u tablici 7-01.9-6.

Tablica 7-01.9-6 Uvjeti kakvoće bitumenske mase za ljepljenje

Svojstvo	Jedinica mjere	Uvjet	Metoda ispitivanja
Udio punila	mas. %	0	DIN 1996,T6
Udio pepela, najviše	mas. %	1	DIN 52005
Točka razmekšanja bitumenske mase, najmanje	°C	90	HRN EN 1427
Točka loma po Fraassu, najviše	°C	- 10	HRN EN 12593
Penetracija	1/10 mm	20 do 30	HRN EN 1462
Čvrstoća na smik pri 50 °C, najmanje	N/mm^2	0,07	RVS 15.361

Pri zagrijavanju bitumenske mase za ljepljenje smiju se upotrebljavati samo kotlovi s indirektnim zagrijavanjem.
Obvezno je pridržavati se uputa proizvođača bitumenske mase glede optimalne i maksimalno dopuštene temperature pri zagrijavanju.

Bitumenske trake

Za izradu brtvenog sloja upotrebljavaju se elastomerne ili plastomerne polimerne bitumenske trake s uloškom od poliesterskog filca ili staklene tkanine.
Te se bitumenske trake u brtveni sloj ugrađuju zavarivanjem ili ljepljenjem.
Gornja strana polimerne bitumenske trake za zavarivanje obavijena je talkom ili finim mineralnim posipom, a donja strana talkom ili folijom.

Kod bitumenske trake za ljepljenje gornja i donja strana obavijene su talkom ili finim mineralnim posipom.
Bitumenska traka mora biti homogena, jednolike debljine, bez nabora i oštećenja.

Svojstva polimerne bitumenske trake za zavarivanje s uloškom od poliesterskog filca moraju zadovoljiti uvjete kakvoće navedene u tablici 7-01.9-7 i tablici 7-01.9-8.

Tablica 7-01.9-7 Opći uvjeti kakvoće polimerne bitumenske trake za zavarivanje s uloškom od poliesterskog filca

Svojstvo	Jedinica mjere	Uvjet	Metoda ispitivanja
Površinska masa uloška od poliesterskog filca, najmanje	g/m^2	175 (250)*	DIN 18192**
Udio punila u bitumenskoj masi, najviše	%(*m/m*)	40	TP-BEL-B Teil 1, točka 3.8
Debljina sloja bitumenske mase iznad uloška	mm	< 0,5 (0,5 do 1,3)*	TP-BEL-B Teil 1, točka 3.4
Maksimalna vlačna sila (uzdužno, poprečno, dijagonalno), najmanje	N	550	TP-BEL-B Teil 1, točka 3.17
Istezanje pri maksimalnoj vlačnoj sili (uzdužno, poprečno, dijagonalno), najmanje	%	30	TP-BEL-B Teil 1, točka 3.17
Vodonepropusnost (2 bara/24 h)	-	vodonepropusna	DIN 52123
Ponašanje nakon stajanja u vodi: - promjena volumena, najviše - promjena mase, najviše	 %(*V/V*) %(*m/m*)	 5 5	TP-BEL-B Teil 1, točka 3.19
Ponašanje na niskim temperaturama (0 °C, r=35 mm,5s)	-	bez pukotina pri savijanju	DIN 52123
Otpornost na visokim temperaturama	-	određuje se	TP-BEL-B Teil 1, točka 3.20
Točka razmekšanja bitumenske mase: - elastomerna, najmanje - plastomerna, najmanje	°C	 120 150	HRN EN 1427
Otpornost pri savijanju	°C	-10	TP-BEL-B Teil 1, točka 3.25
Čvrstoća na smik pri 50 °C, najmanje	N/mm^2	0,1	RVS 15.361

* u slučaju kad se zaštitni sloj izvodi od valjanog asfalta
** odnosi se na originalno upotrebljeni uložak

Tablica 7-01.9-8 Uvjeti kakvoće polimerne bitumenske trake za zavarivanje s uloškom od poliesterskog filca u ovisnosti o nominalnoj debljini

Svojstvo	Jedinica mjere	Uvjet		Metoda ispitivanja
		4 mm	5 mm	
Debljina trake, niti na jednom mjestu manja od	mm	3,6	4,5	HRN EN 1849-1
Debljina sloja bitumenske mase ispod uloška, najmanje	mm	1,8	3,0	TP-BEL-B Teil 1, točka 3.13
Udio bitumena , najmanje	g/m^2	3200	4200	DIN 52123

U tablici 7-01.9-9 navedeni su uvjeti kakvoće koje mora zadovoljiti bitumenska traka s uloškom od staklene tkanine u ovisnosti o načinu ugradbe, zavarivanjem, odnosno ljepljenjem.

Tablica 7-01.9-9 Uvjeti kakvoće polimerne bitumenske trake s uloškom od staklene tkanine u ovisnosti o načinu ugradbe

Svojstvo	Jedinica mjere	Uvjet		Metoda ispitivanja
		ljepljenje	zavarivanje	
Debljina trake, niti na jednom mjestu manja od	mm	3,0	3,6	HRN EN 1849-1
Udio bitumena, najmanje	g/m^2	2000	3200	DIN 52123
Površinska masa uloška od staklene tkanine, najmanje	g/m^2	150 do 250		DIN 18191*
Debljina sloja bitumenske mase ispod uloška, najmanje	mm	1,8		TP-BEL-B Teil 1, točka 3.13
Maksimalna vlačna sila (uzdužno i poprečno), najmanje	N	700		DIN 52123
Istezanje pri maksimalnoj vlačnoj sili (uzdužno i poprečno), najmanje	%	2		DIN 52123
Vodonepropusnost (1 bar/24 h)	-	vodonepropusna		DIN 52123
Ponašanje nakon stajanja u vodi: - promjena volumena, najviše - promjena mase, najviše	%(*V/V*) %(*m/m*)	5 5		TP-BEL-B Teil 1, točka 3.19
Ponašanje na niskim temperaturama (0 °C, r=35 mm,5s)	-	bez pukotina pri savijanju		DIN 52123
Otpornost na visokim temperaturama (2 h na 70 °C)	-	ne curi		DIN 52123
Točka razmekšanja bitumenske mase: - elastomerna, najmanje - plastomerna, najmanje	°C	120 150		HRN EN 1427
Čvrstoća na smik pri 50 °C, najmanje	N/mm^2	0,1		RVS 15.361

* odnosi se na originalno upotrebljeni uložak

Osim podataka navedenih u tablicama 7-01.9-7, 7-01.9-8 i 7-01.9-9, proizvođač ili dobavljač mora navesti najmanje još sljedeće podatke:

- oznaku proizvoda
- broj šarže i datum proizvodnje
- ukupnu masu bitumenske trake po jedinici površine
- ukupni udio bitumena po jedinici površine
- vrstu polimera
- vrstu punila u bitumenskoj masi
- masu po jedinici površine sirovog, neimpregniranog uloška
- maksimalnu vlačnu silu uloška
- istezanje uloška pri maksimalnoj vlačnoj sili
- širinu i duljinu bitumenske trake

7-01.9.1 Jednoslojna hidroizolacija bitumenskim trakama

Opis

Jednoslojni sustav hidroizolacije bitumenskim trakama sastoji se od:

- temeljnog sloja izvedenog od dvokomponentne reakcijske epoksidne smole bez otapala i punila, obrađene kvarcnim pijeskom,
- brtvenog sloja od jedne elastomerne ili plastomerne bitumenske trake zavarene izravno na temeljni sloj i
- zaštitnog sloja od lijevanog ili valjanog asfalta.

Svi slojevi moraju biti međusobno i s betonskom podlogom u potpunosti sljepljeni.

Jednoslojni sustav hidroizolacije primjenjuje se kao zaštita cestovnih mostova i vijadukata na cestama svih razreda prometnog opterećenja.

Zaštitni sloj se izvodi od lijevanog asfalta LA 8 ili TLA 11 u debljini od 25 do 40 mm.

Na objektima raspona većeg od 50 m, zaštitni se sloj može izvesti od asfaltbeona AB8 i asfaltbetona AB11, te "spltmastiksasfalta" SMA8 i SMA11 u debljini od 25 do 40 mm.

Uvjeti kakvoće materijala

Epoksidna smola treba biti bez otapala i punila, niske viskoznosti, otporna na visoke temeperature i mora zadovoljiti uvjete kakvoće iz tablice 7-01.9-4.

Kvarcni pijesak mora odgovarati zahtjevima kakvoće navedenim u tablici 7-01.9-5.

Bitumenska traka je elastomerna ili plastomerna s visoko položenim uloškom od poliesterskog filca nazivne debljine 5 mm i mora odgovarati zahtjevima kakvoće navedenim u tablicama 7-01.9-7 i 7-01.9-8.

Bitumenska masa za zalijevanje reški mora zadovoljiti uvjete navedene u tablici 7-01.9-2.

Zaštitni se sloj na objektima raspona do 50 m izvodi od lijevanog asfalta LA 8 ili TLA 11 koji u cijelosti mora zadovoljavati uvjete iz potpoglavlja 6-07.3, Knjiga III ovih OTU.

Na objektima raspona preko 50 m, zaštitni se sloj izvodi od asfaltbeona AB8 i asfaltbetona AB11, te "spltmastiksasfalta" SMA8 i SMA11 u debljini od 30 do 45 mm.
Granulometrijski sastav asfaltbetona mora biti u skladu s točkom 6-03.3.1, Knjiga III ovih OTU, s time da se udio bitumena tako podesi da udio šupljina u standardnom pokusnom tijelupo Marshallu bude od 3.5 do 4.5 %(*V/V*).
Granulometrijski sastav "splimastiksasfalta" mora biti u skladu s točkom 6-04.3.1, Knjiga III ovih OTU, s time da se udio bitumena i drugih dodataka tako podesi da udio šupljina u standardnom pokusnom tijelu po Marshallu bude od 2.0 do 4.0 %(*V/V*).
Stupanj zbijenosti izvedenog zaštitnog sloja ne smije biti ispod 98 %, a udio šupljina najviše 6,5 %(*V/V*) kod asfaltbetona odnosno 6,0 %(*V/V*) kod "spltmastksasfalta".

Izrada

Priprema podloge

Betonska podloga mora biti stabilna, pravilnog i projektiranog nagiba, bez oštrih bridova i ljevkastih udubljenja, te propisane ravnosti, a u vrijeme polaganja temeljnog sloja mora biti čista i suha.

Potrebna dubina teksture ili hrapavosti betonske ploče, određena postupkom pijeska, prema normi HRN U. C4.018, treba iznositi najmanje 0,5 mm i najviše 1,5 mm.

Temeljni sloj

Temeljni se sloj u pravilu polaže na betonsku ploču starosti od najmanje 21 dan. Međutim temeljni se sloj u iznimnim slučajevima može polagati i na betonsku ploču staru samo sedam dana, ali isključivo pod uvjetom da rekcijska epoksidna smola ima dokaz kompatibilnosti s "mladim" betonom prema TP-BEL-EP (točka 3.4).
Prije polaganja temeljnog sloja treba izravnati lokalne neravnine površine do najviše 500 cm^2 i udubljenja do 5 mm, a pojedinačno i dublje, epoksidnim mortom s dodatkom kvarcnog pijeska.(1:3 do 1:4) granulacje do najviše 2 mm. Epoksidni se mort nanosi na već očvrsli osnovni premaz, ili još bolje na svježe nanešeni osnovni epoksidni premaz. Sloj epoksidnog morta treba posuti suhim kvarcnim pijeskom granulacije 0,1/0,8 mm. Važno je da se, nakon što je epoksidni mort potpuno očvrsnuo uklone suvišna nevezana zrna pijeska.
Dubina teksture obrađenog temeljnog sloja ne smije biti veća od 1mm.
Radovi s reaktivnim epoksidnim smolama ne smiju se izvoditi u slučaju oborina,stvaranja rose, pri maglovitom vremenu, te pri relativnoj vlažnosti zraka iznad 75 %.
Temperatura površine na koju se nanaša epoksidna smola ne smije biti niža od +8°C niti viša od +40°C.

U pravilu vlažnost betonske ploče može biti najviše 4 %(*m/m*).

Temperatura površine betonske ploče treba biti najmanje 3 K iznad temperature rosišta.
Temeljni se sloj ne smije nanašati pri naglom porastu temperature podloge.

Pojedine komponente reaktivne smole moraju se lagano izmješati u originalnim spremnicima, a potom dobro ujednačiti mješanjem u posebnom spremniku. Komponente različitih šarži mogu se miješati samo uz dopuštenje nadzornog inženjera.

Temeljni se sloj izvodi premazivanjem betonske ploče pripremljenom epoksidnom smolom u količini 300 d0 500 g/m^2 do zasićenja. Ekosidnu smolu treba jednoliko razmazati pomoću odgovarajućih valjaka, tako da se ne stvaraju nakupine materijala. Svježi osnovni premaz treba posuti suhim kvarcnim pijeskom primjerene granulacije (0,1/0,8 mm, 0,5/1,2 mm ili sl.) u količini od 500-800 g/m^2. Prekomjerno posipanje treba izbjegavati. Nevezani pijesak treba, nakon stvrdnjavanja epoksidne smole, ukloniti.

Dubina hrapavosti ovako izvedenog osnovnog premaza treba biti najmanje 0,5 mm.
Ukoliko je hrapavost betonske ploče nakon ovako ugrađenog temeljnog sloja prevelika zaglađuje se s dodatnih 600 g/m² epoksi smole koja se posipa s kvarcnim pijeskom granulacije 0.5/1.2 mm. Nevezani pijesak treba nakon stvrdnjavanja epoksidne smole ukloniti
Srednja vrijednost čvrstoće veze temeljnog sloja s betonskom podlogom treba biti najmanje 1,5 N/mm^2, a pojedinačni rezultat ne smije biti manji od 1,0 N/mm^2.

Obrađene betonske površine treba čuvati od oštećenja, vlage i štetnih temperatura, dok se ne dostigne dovoljna čvrstoća premaza.
Brtveni sloj od bitumenske trake treba izvesti za najviše pet dana od završetka izvedbe temeljnog sloja.

Brtveni sloj

Brtveni sloj se izvodi na suh i potpuno očvrsli temeljni sloj.

Bitumenska traka za izradu brtvenog sloja potpuno se razmota, precizno postavi na svoje mjesto, a onda se ponovno čvrsto namota na tvrdi valjak promjera min. 80 mm. Tako pripremljena bitumenska traka zavaruje se nizom plamenika koji osiguravaju ravnomjerno zagrijavanje trake po cijeloj širini. S bitumenske trake, koja se ravnomjerno odmotava, treba teći jednoliki sloj bitumenske mase, pri čemu treba paziti da ne dođe do nepotrebnog pregrijavanja temeljnog sloja i paljenja bitumenske mase brtvene trake. Upotreba pojedinačnih plamenika dopuštena je samo kod izvođenja manjih površina i popravaka.
Tijekom zavarivanja bitumenska se traka lagano i ravnomjerno pritišće na podlogu, a višak istisnute bitumenske mase uklanja.
Bitumenske se trake polažu paralelno ili okomito s obzirom na os objekta, od niže točke prema višoj.
Uzdužni se rubovi trake moraju preklapati s najmanje 8 cm, a poprečni s 10 cm. Poprečni spojevi moraju biti razmaknuti najmanje 50 cm.
Brtveni sloj mora biti potpuno sljepljen s temeljnim slojem.
Prosječna čvrstoća veze mora biti najmanje 0,8 N/mm^2 dok pojedinačno ne smije biti manja od 0,4 N/mm^2.

Prije polaganja zaštitnog sloja hidroizolacije treba pažljivo pregledati brtveni sloj i uočena oštećenja popraviti. Ukoliko je došlo lokalno do pojave mjehura na brtvenom sloju, mjehure treba razrezati, ponovno zalijepiti i preko saniranog dijela zavariti novu traku.
Preko brtvenog sloja nije dopušten nikakav transport motornih vozila.
Brtveni sloj može biti nezaštićen najviše pet dana.

Zaštitni sloj

Zaštitni se sloj izvodi od lijevanog asfalta koji niti na jednom mjestu ne smije biti tanji od 25 mm. Ukoliko zaštitni sloj, na pojedinim mjestima treba izvesti u debljini većoj od 4o mm tada se prvo izvodi podravnanje, a nakon njega se izvodi zaštitni sloj u projektiranoj debljini.

Zaštitni sloj treba u pravilu izvoditi finišerom s pneumaticima, kako bi se izbjeglo moguće oštećenje brtvenog sloja, pri čemu treba izbjegavati prekomjerno zagrijavanje istog. Brzina finišera ne smije biti manja od 2 m/min, a temperatura lijevanog asfalta ne smije prijeći 240°C.

Ručno polaganje lijevanog asfalta dozvoljeno je ukoliko se osigura neprekidna ugradba bez hladnih spojeva.
Površinu još vrućeg lijevanog asfalta treba posuti kamenom sitnež granulacije 2/4 ili 4/8 mm u količini od približno 3-5 kg/m^2 koja je prethodno obavijena sa cca 1% oksidiranog bitumena.

Čvrstoća prijanjanja zaštitnog sloja za brtveni sloj treba iznositi prosječno 1 N/mm^2, a pojedinačna vrijednost ne smije biti manja od 0,7 N/mm^2.
Najveća neravnost izvedenog zaštitnog sloja, izmjerena letvom dužine 4 m, ne smije prijeći 6 mm.

Tijekom izvođenja zaštitnog sloja potrebno je u osi vodolovnih grla i oko njih, te uz dilatacijske naprave izvestiti drenažne kanale kroz koje se odvodi voda nakupljena na brvenom sloju.

Pri izvedbi zaštitnog sloja treba, uz rubnjake i dilatacijske naprave, ostaviti razdjelnice širine 20 mm koje prije polaganja habajućeg sloja treba premazati bitumenskim premazom i zapuniti bitumenskom masom za zalijevanje razdjelnica.

Bitumenska masa za zaljevanje razdjelnica zagrijava se u kotlovima s indirektnim zagrijavanjem opremljenim za neprekidno miješanje i kontrolu temperature. Višestruko pregrijavanje mase nije dozvoljeno. Tijekom grijanja bitumenske mase treba se držati uputa proizvođača.

Zaštitni sloj od valjanog asfalta treba izvesti bez prekida finišerom s pneumaticima da se izbjegne moguće oštećenje brtvenog sloja. Treba izbjegavati prekomjerno zagrijavanje brtvenog sloja pa nije dopušteno stajanje i čekanje finišera na dovoz i istovar asfaltne nješavine. Brzina finišera ne smije biti manja od 2 m/min, a temperatura asfaltne mješavine ne smije prijeći 160°C.
Uz rubnjake i dilatacijske naprave treba izvesti pasicu od lijevanog asfalta. Kontakte između pasice od lijevanog asfalta i rubnjaka, dilatacijskih naprava i valjanog asfalta treba zabrtviti.
Čvrstoća prianjanja zaštitnog sloja za podlogu treba iznositi prosječno najmanje 1 N/mm^2, a pojedinačna vrijednost ne smije biti manja od 0,7 N/mm^2.

Najveća vrijednost neravnosti izvedenog zaštitnog sloja, mjerena letvom duljine 4 m, ne smije prijeći 6 mm.

Pri izvedbi zaštitnog sloja treba uz rubnjake postaviti brtvenu bitumensku traku, da bi se zaštitni sloj dobro spojio s betonskim rubnjakom.

Preko zaštitnog sloja nije dopušten promet vozilima, izuzev samo izuzetno prelaz gradilišnih vozila.

Kontrola kakvoće

Prije početka izvedbe hidroizolacijskih radova Izvođač je dužan pribaviti dokaze upotrebljivosti svih materijala i dostaviti ih nadzornom inženjeru na odobrenje najmanje 20 dana prije početka radova.

Aktivnosti prije početka radova s obzirom na prethodna ispitivinja upotrebljivosti materijala, izradu prethodnih i radnih sastava, provode se sukladno točki 6-00.4.1, Knjiga III ovih OTU.

Tekuća ispitivanja

Tekuća ispitivanja materijala i izvedbe jednoslojne hidroizolacije s obzirom na vrstu i učestalost ispitivanja provodi izvođač prema tablici 7-01.9-10, a rezultate provedenih ispitivanja dostavlja nadzornom inženjeru najkasnije 24 sata nakon završetka ispitivanja.

Uzorci materijala za ispitivanje uzimaju se na mjestu ugradnje.

Tekuća ispitivanja sastavnih materijala za spravljanje lijevanog asfalta provode se prema točki 6-00.4.2.1, Knjiga III ovih OTU.

Sastav i fizičko-mehaničk svojstva lijevanog asfalta provjerava se ispitivanjem:

- udjela bitumena HRN U.M8.105 ili EN12697-1
- granulometrijskog sastav ekstrahirane kamene smjese HRN U.M8.102 ili EN 12697-2.
- dubine utiskivanja HRN U.M8.104 ili EN 12697-20
- porasta dubine utiskivanja HRN U.M8.104 ili EN 12697-20

Tekuća ispitivanja ugradnje lijevanog asfalta obuhvaćaju kontrolu:

- temperature lijevanog asfalta,
- debljine ugrađenog sloja i
- homogenosti sloja.

Sastav, fizičko-mehanička svojstva asfaltne mješavine od asfaltbetona ili "splitmastiksasfalta",te izvedeni zaštitni sloj ispituju se sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.1, Knjiga III ovih OTU.

Kontrolna ispitivanja

Kontrolna ispitivanja materijala za izvedbu hidroizolacije s obzirom na vrstu i učestalost ispitivanja provode se prema tablici 7-01.9-10.

Uzorci materijala za ispitivanje uzimaju se na mjestu proizvodnje ili ugradnje.

Sastav i fizičko-mehanička svojstva lijevanog asfalta provjerava se ispitivanjem:

- udjela bitumena HRN U.M8.105 ili EN 12697-1
- granulometrijskog sastav ekstrahirane kamene smjese HRN U.M8.102 ili EN 12697-2.
- dubine utiskivanja HRN U.M8.104 ili EN 12697-20
- porasta dubine utiskivanja HRN U.M8.104 ili EN 12697-20
- točke razmekšanja izdvojenog bitumena HRN EN 1427
- penetracije izdvojenog bitumena HRN EN 1462
- točke loma po Fraassu izdvojenog bitumena HRN EN 12593.

Kod ugradnje kontrolira se:

- temperatura asfaltne mješavine,
- debljina sloja i
- homogenost sloja.

Sastav i fizičko-mehanička svojstva asfaltne mješavine od asfaltbetona ili "splitmastiksasfalta", te izvedeni zaštitni sloj, ispituju se sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.1, Knjiga III ovih OTU.

Tablica 7-01.9-10 Vrsta i učestalost ispitivanja materijala i izvedene hidroizolacije

Svojstvo	Tekuće ispitivanje	Kontrolno ispitivanje
Uskladišteni materijali		
Bitumenski premaz, kompletno ispitivanje prema tablici 7-01.9-1	-	na svake 2 t
Bitumenska masa za ljepljenje, kompletno ispitivanje prema tablici 7-01.9-6	-	na svakih 10 t
Bitumenska traka, kompletno ispitivanje prema tablicama 7-01.9-7, 7-01.9-8 i 7-01.9-9	-	5000 m^2, odnosno svaka šarža
Epoksidna smola, kompletno ispitivanje prema tablici 7-01.9-4	-	svakih 2t
Pijesak za posipavanje prema tablici 7-01.9 5	-	svakih 5 t
Materijali za vrijeme izvedbe radova		
Površina podloge:		
- pregled stanja	250 m^2	1 x dnevno
- ravnost	250 m^2	-
- dubina hrapavosti	250 m^2	1 x dnevno
Temeljni sloj:		
- temperatura i vlaga podloge	250 m^2	3 x dnevno
- svojstva epoksidne smole	-	svaka šarža
- količina nanosa epoksidne smole	250 m^2	1 x dnevno
- količina posipa	250 m^2	1 x dnevno
- čvrstoća prijanjanja	250 m^2	1000 m^2
Brtveni sloj:		
- svojstva bitumenske trake (ukupna debljina i debljina ispod uloška)	250 m^2	svaka šarža
- svojstva bitumenske mase za ljepljenje	2000 m^2	svaka šarža
- količina mase za ljepljenje	2000 m^2	1 x na objekt
- čvrstoća prijanjanja	1000 m^2	3 x na objekt
- pregled i kontrola sloja, sanacija mjehura	cijela površina	30 % površine
- asfaltni mastiks (sastav)	svaka 2 kotla	svaka 4 kotla
(svojstva)	svaki kotao	svaka 2 kotla
Zaštitni sloj:		
- svojstva valjanog asfalta	1 x na objekt/1000 m^2	1 x na objekt/2000 m^2
- debljina sloja	1000 m^2	2000 m^2
- zbijenost sloja	100 m^2	-
- debljina sloja	1000 m^2	2000 m^2
- lijevani asfalt (sastav)	svaka 2 kotla	svaka 4 kotla
(svojstva)	svaki kotao	svaka 2 kotla

Ocjena kakvoće

Izradu jednoslojne hidroizolacije ocjenjuje i preuzima nadzorni inženjer na temelju rezultata provedenih tekućih i kontrolnih ispitivanja izvedenog temeljnog brtvenog i zaštitnog sloja.

Temeljni sloj se može preuzeti ako svojstva epoksidne smole odgovaraju zahtjevima navedenim u tablici 7-01.9-4, a čvrstoća veze s betonskom podlogom odgovara propisanoj vrijednosti.

Brtveni sloj izveden od polimerne bitumenske trake s uloškom od poliesterskog filca može se preuzeti ako svojstva bitumenske trake odgovaraju zahtjevima navedenim u tablicama 7-01.9-7 i 7-01.9-8, a čvrstoća veze s temeljnim slojem odgovara propisanoj vrijednosti.

Ocjena kakvoće izvedenog zaštitnog sloja od lijevanog asfalta donosi se sukladno točki 6-07.6, Knjiga III ovih OTU.

Zaštitni sloj od asfaltbetona može se preuzeti ako je sastav asfaltne mješavine sukladan zahtjevima navedenim u tablici 6-03-5 i 6-00-21, Knjiga III ovih OUT, a fizičko-mehanička svojstva u tablici 6-03-7, Knjiga III ovih OTU. Udio šupljina u asfaltnoj mješavini mora biti između 3,5 i 4,5 %(*V/V*).
Stupanj zbijenosti mora biti najmanje 98 %, a udio šupljina u izvedenom sloju najviše 6,5 %(*V/V*).

Zaštitni sloj od "splitmastiksasfalta"može se preuzeti ako je sastav asfaltne mješavine sukladan zahtjevima navedenim u tablici 6-04-5 i 6-00-22, Knjiga III ovih OTU. Udio šupljina u asfaltnoj mješavini mora biti između 2 i 4 %(*V/V*).

Stupanj zbijenosti mora biti najmanje 98 %, a udio šupljina u izvedenom sloju najviše 6,0 %(*V/V*).

Sve ustanovljene manjkavosti prema navedenim zahtjevima Izvođač će otkloniti o svom trošku, uključujući i sva dodatna ispitivanja i mjerenja koje je potrebno provesti da se ustanovi valjanost sanacije.

Obračun rada

Količina obavljenih radova mjeri se u četvornim metrima gornje površine stvarno položene i ugrađene jednoslojne hidroizolacije, uključujući pripremu podloge, ugradnju temeljnog, brtvenog i zaštitnog sloja.

Radovi vezani za zaljevanje razdjelnica obranučavaju se posebno i u dužnim metrima.
U cijeni su sadržani svi troškovi nabave materijala, proizvodnje i ugradnje asfaltne mješavine, prijevoz, oprema i sve ostalo što je potrebno za izvođenje radova.

7-01.9.2 Dvoslojna hidroizolacija bitumenskim trakama

Dvoslojni sustav hidroizolacije sastoji se od:

- temeljnog sloja od dvokomponentne epoksidne smole bez otapala i punila, obrađene s kvarcnim pijeskom, ili osnovnog bitumenskog premaza,
- brtvenog sloja, kojeg čine jedna elastomerna ili plastomerna bitumenska traka zaljepljena ili zavarena na temeljni sloj, i druga elastomerna ili plastomerna bitumenska traka zavarena na prvu bitumensku traku i
- zaštitnog sloja od valjanog asfalta.

Svi slojevi moraju biti međusobno i s betonskom podlogom u potpunosti sljepljeni.

Zaštitni se sloj izvodi od asfaltbeona AB8 i asfaltbetona AB11, te "spltmastiksasfalta" SMA8 i SMA11 u debljini od 25 do 40 mm.

Dvoslojni sustav hidroizolacije primjenjuje se kao zaštita cestovnih mostova i vijadukata na cestama svih razreda prometnog opterećenja.

Uvjeti kakvoće materijala

Epoksidna smola treba biti bez otapala i punila, niske viskoznosti, otporna na visoke temeperature i mora zadovoljiti uvjete kakvoće iz tablice 7-01.9-4.

Kvarcni pijesak mora odgovarati zahtjevima kakvoće navedenim u tablici 7-01.9-5.

Svojstva bitumenskog premaza trebaju zadovoljiti uvjete navedene u tablici 7-01.9-1.

Bitumenska masa za zalijevanje razdjelnica mora zadovoljiti uvjete navedene u tablici 7-01.9-2.

Prva bitumenska traka je elastomerna ili plastomerna s uloškom od staklene tkanine nazivne debljine 3,5 mm u slučaju kada se lijepi, odnosno nazivne debljine 4 mm kada se zavaruje i mora odgovarati zahtjevima kakvoće navedenim u tablici 7-01.9-9.

Druga bitumenska traka je elastomerna ili plastomerna s uloškom od poliesterskog filca nazivne debljine 4 mm i mora odgovarati zahtjevima kakvoće navedenim u tablicama 7-01.9-7 i 7-01.9-8.

Granulometrijski sastav asfaltbetona mora biti u skladu s točkom 6-03.3.1, Knjiga III ovih OTU, s time da se udio bitumena tako podesi da udio šupljina u standardnom pokusnom tijelupo Marshallu bude od 3.5 do 4.5 %(*V/V*).

Granulometrijski sastav "splimastiksasfalta" mora biti u skladu s točkom 6-04.3.1, Knjiga III ovih OTU, s time da se udio bitumena i drugih dodataka tako podesi da udio šupljina u standardnom pokusnom tijelu po Marshallu bude od 2.0 do 4.0 %(*V/V*).
Stupanj zbijenosti izvedenog zaštitnog sloja ne smije biti ispod 98 %, a udio šupljina najviše 6,5 %(*V/V*) kod asfaltbetona odnosno 6,0 %(*V/V*) kod "splitmastiksasfalta".

Izrada

Priprema podloge

Podloga se priprema na način koji je opisan u sustavu jednoslojne hidroizolaciji u točki 7-01.9.1.

Temeljni sloj

Temeljni se sloj izvodi od dvokomponentne reakcijske epoksidne smole bez otapala jednako kao i u sustavu jednoslojne hidroizolaciji u točki 7-01.9.1.

Alternativno, temeljni se sloj izvodi i od bitumenskog premaza, a primjenjuje se u slučaju kada se prva traka brtvenog sloja lijepi na betonsku podlogu.

Pripremljenu površinu betonske ploče treba neposredno prije nanašanja bitumenskog premaza ispuhati zrakom pod tlakom s ciljem uklanjanja prašinastih čestica.
Temperatura površinskog sloja betona ne smije biti ispod 5°C.
Vlažnost betona mora biti manja od 4 %(*m/m*).

Bitumenski premaz nanosi se odgovarajući alatom po cijeloj površini u jednolikoj debljini u količini od 150 d0 350 g/m^2.

Brtveni sloj treba izvesti za najviše pet dana od završetka izvedbe temeljnog sloja.

Brtveni sloj

Prije ugradbe, bitumenska se traka mora potpuno razmotati, precizno postaviti na svoje mjesto, a onda ponovno čvrsto namotati na tvrdi valjak promjera min. 80 mm. Tako pripremljena bitumenska traka se lijepi ili zavaruje.
Na potpuno osušeni bitumenski premaz podlijeva se vruća bitumenska masa za ljepljenje u koju se ravnomjerno utiskuje bitumenska traka, kako bi se ispod trake uklonio sav zrak. Istisnutu bitumensku masu treba zagladiti, a višak ukloniti ukloniti.
Bitumenska masa za ljepljenje zagrijava se u kotlovima koji omogućavaju indirektno zagrijavanje uz neprekidno miješanje i kontrolu temperature.Višestruko pregrijavanje mase nije dopušteno. Tijekom grijanja bitumenske mase treba se držati uputa proizvođača.

U slučaju kada se prva traka zavaruje, temeljni je sloj izveden od reakcijske smole. Bitumenska se traka zavaruje se nizom plamenika koji osiguravaju ravnomjerno zagrijavanje trake po cijeloj širini. S bitumenske trake, koja se ravnomjerno odmotava, treba teći jednoliki sloj bitumenske mase, pri čemu treba paziti da ne dođe do nepotrebnog pregrijavanja temeljnog sloja i paljenja bitumenske mase brtvene trake. Upotreba pojedinačnih plamenika dopuštena je samo kod izvođenja manjih površina i poravaka..
Tijekom zavarivanja bitumenska se traka lagano i ravnomjerno pritišće na podlogu, a višak istisnute bitumenske mase uklanja.
Bitumenske se trake polažu paralelno ili okomito s obzirom na os objekta, od niže točke prema višoj.
Uzdužni se rubovi trake moraju preklapati s najmanje 8 cm, a poprečni s 10 cm. Poprečni spojevi moraju biti razmaknuti najmanje 50 cm.
Brtveni sloj mora biti potpuno sljepljen s temeljnim slojem.
Prosječna čvrstoća veze mora biti najmanje 0,8 N/mm^2 dok pojedinačno ne smije biti manja od 0,4 N/mm^2.

Prije polaganja druge bitumenske trake treba pažljivo pregledati prvi sloj i uočena oštećenja popraviti. Ukoliko je došlo do lokalnog oštećenja brtvenog sloja u smislu pojave mjehura, mjehure treba razrezati, ponovno zalijepiti i preko saniranog dijela zavariti novu bitumensku traku.

Druga bitumenska traka brtvenog sloja zavaruje se na prvu traku na jednak način kako je opisano kod jednoslojne hidroizolacije u točki 7-01.9.1.
Uzdužni i poprečni spojevi moraju biti izmaknuti najmanje 30 cm u odnosu na spojeve u prvom sloju.
Kod izvedbe brtvenog sloja posebnu pozornost treba posvetiti mjestima prodora (vodolovna grla i sl.).

Preko brtvenog sloja nije dopušten nikakav transport motornih vozila.
Brtveni sloj može biti nezaštićen najviše pet dana.

Zaštitni sloj

Prije polaganja zaštitnog sloja treba pažljivo pregledati brtveni sloj i uočena oštećenja popraviti. Ukoliko je došlo do lokalnog oštećenja brtvenog sloja u smislu pojave mjehura,

mjehure treba razrezati, ponovno zalijepiti i preko saniranog dijela zavariti novu bitumensku traku.

Zaštitni sloj od valjanog asfalta treba izvesti bez prekida finišerom s pneumaticima da se izbjegne moguće oštećenje brtvenog sloja. Treba izbjegavati prekomjerno zagrijavanje brtvenog sloja pa nije dopušteno stajanje i čekanje finišera na dovoz i istovar asfaltne nješavine. Brzina finišera ne smije biti manja od 2 m/min, a temperatura asfaltne mješavine ne smije prijeći 160°C.

Uz rubnjake i dilatacijske naprave treba izvesti pasicu od lijevanog asfalta. Kontakte između pasice od lijevanog asfalta i rubnjaka, dilatacijskih naprava i valjanog asfalta treba zabrtviti.

Čvrstoća prianjanja zaštitnog sloja za podlogu treba iznositi prosječno najmanje 1 N/mm^2, a pojedinačna vrijednost ne smije biti manja od 0,7 N/mm^2.
Najveća vrijednost neravnosti izvedenog zaštitnog sloja, mjerena letvom duljine 4 m, ne smije prijeći 6 mm.
Pri izvedbi zaštitnog sloja treba uz rubnjake postaviti brtvenu bitumensku traku, da bi se zaštitni sloj dobro spojio s betonskim rubnjakom.

Preko zaštitnog sloja nije dopušten promet vozilima, izuzev samo izuzetno prelaz gradilišnih vozila.

Kontrola kakvoće

Prije početka izvedbe hidroizolacijskih radova Izvođač je dužan pribaviti dokaze upotrebljivosti svih materijala i dostaviti ih Nadzornom inženjeru na odobrenje najmanje 20 dana proje početka radova.
Aktivnosti prije početka radova s obzirom na prethodna ispitivinja upotrebljivosti materijala, izradu prethodnih i radnih sastava, provode se sukladno točki 6-00.4.1, Knjiga III ovih OTU.

Tekuća ispitivanja

Tekuća ispitivanja materijala i izvedbe jednoslojne hidroizolacije s obzirom na vrstu i učestalost ispitivanja provodi izvođač prema tablici 7-01.9-10, a rezultate provedenih ispitivanja dostavlja nadzornom inženjeru najkasnije 24 sata nakon završetka ispitivanja.
Uzorci materijala za ispitivanje uzimaju se na mjestu ugradnje.

Tekuća ispitivanja sastavnih materijala za spravljanje lijevanog asfalta provode se prema točki 6-00.4.2.1, Knjiga III ovih OTU.

Sastav, fizičko-mehanička svojstva asfaltne mješavine od asfaltbetona ili "splitmastiksasfalta", te izvedeni zaštitni sloj ispituju se sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.1, Knjiga III ovih OTU.

Kontrolna ispitivanja

Kontrolna ispitivanja materijala za izvedbu dvoslojne hidroizolacije s obzirom na vrstu i učestalost ispitivanja provode se prema tablici 7-01.9-10.
Uzorci materijala za ispitivanje uzimaju se na mjestu proizvodnje ili ugradnje.

Sastav i fizičko-mehanička svojstva asfaltne mješavine od asfaltbetona ili "splitmastiksasfalta", te izvedeni zaštitni sloj, ispituju se sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.1, Knjiga III ovih OTU.

Ocjena kakvoće

Izradu dvoslojne hidroizolacije ocjenjuje i preuzima Nadzorni inženjer na temelju rezultata provedenih tekućih i kontrolnih ispitivanja izvedenog temeljnog brtvenog i zaštitnog sloja.

Temeljni sloj se može preuzeti ako svojstva epoksidne smole odgovaraju zahtjevima navedenim u tablici 7-01.9-4, a čvrstoća veze s betonskom podlogom odgovara propisanoj vrijednosti.

Temeljni sloj se može preuzeti ako svojstva bitumenskog premaza odgovaraju zahtjevima navedenim u tablici 7-01.9-1.

Prvi dio brtvenog sloja izvedenog od polimerne bitumenske trake s uloškom od staklene tkanine može se preuzeti ako svojstva bitumenske trake odgovaraju zahtjevima navedenim u tablici 7-01.9-9, a čvrstoća veze s temeljnim slojem odgovara propisanoj vrijednosti.

Drugi dio brtvenog sloja izvedenog od polimerne bitumenske trake s uloškom od poliesterskog filca može se preuzeti ako svojstva bitumenske trake odgovaraju zahtjevima navedenim u tablicama 7-01.9-7 i 7-01.9-8, a čvrstoća veze s prvom brtvenom trakom odgovara propisanoj vrijednosti.

Zaštitni sloj od asfaltbetona može se preuzeti ako je sastav asfaltne mješavine sukladan zahtjevima navedenim u tablici 6-03-5 i 6-00-21, Knjiga III ovih OTU, a fizičko-mehanička svojstva u tablici 6-03-7, Knjiga III ovih OTU. Udio šupljina u asfaltnoj mješavini mora biti između 3,5 i 4,5 %(*V/V*).

Stupanj zbijenosti mora biti najmanje 98 %, a udio šupljina u izvedenom sloju najviše 6,5 %(*V/V*).

Zaštitni sloj od "splitmastiksasfalta"može se preuzeti ako je sastav asfaltne mješavine sukladan zahtjevima navedenim u tablici 6-04-5 i 6-00-22, Knjiga III ovih OTU. Udio šupljina u asfaltnoj mješavini mora biti između 2 i 4 %(*V/V*).

Stupanj zbijenosti mora biti najmanje 98 %, a udio šupljina u izvedenom sloju najviše 6,0 %(*V/V*).

Sve ustanovljene manjkavosti prema navedenim zahtjevima izvođač će otkloniti o svom trošku, uključujući i sva dodatna ispitivanja i mjerenja koje je potrebno provesti da se ustanovi valjanost sanacije.

Obračun rada

Količina obavljenih radova mjeri se u četvornim metrima gornje površine stvarno položene i ugrađene dvoslojne hidroizolacije, uključujući pripremu podloge, ugradnju temeljnog, brtvenog i zaštitnog sloja.

Radovi vezani za zaljevanje razdjelnica obranučavaju se posebno i u dužnim metrima.

U cijeni su sadržani svi troškovi nabave materijala, proizvodnje i ugradnje asfaltne mješavine, prijevoz, oprema i sve ostalo što je potrebno za izvođenje radova.

7-01.9.3 Hidroizolacija asfaltnim mastiksom

Opis

Hidroizolacija na bazi asfaltnog mastiksa primjenjuje se na objektima na cestama sa srednjim i lakim prometnim opterećenjem, te na pješačkim hodnicima.

Hidroizolacija na bazi asfaltnog mastiksa ili nesljepljena hidroizolacija karakterizirana je činjenicom da između brtvenog sloja (od asfaltnog mastiksa) i betonske ploče postoji razdvajajući sloj od staklenog voala, koji ima funkciju parne brane ili sloja za izjednačavanje tlaka.

Brtveni sloj od asfaltnog mastiksa izvodi se u sloju debljine od 8 do 10 mm.

Zaštitni sloj se izvodi od lijevanog asfalta LA 8 ili TLA 11 u debljini od 25 do 40 mm.

Uvjeti kvalitete materijala

Stakleni voal mora imati površinsku masu od najmanje 50 g/m^2 i mora odgovarati zahtjevima norme DIN 52141 i DIN 52142.

Svojstva bitumenskog premaza trebaju zadovoljiti uvjete navedene u tablici 7-01.9-1.

Bitumenska masa za zalijevanje reški mora zadovoljiti uvjete navedene u tablici 7-01.9-2.

Kakvoća asfaltnog mastiksa mora odgovarati uvjetima navedenim u točki 7-01.9.

Lijevani asfalt od kojeg se izvodi zaštitni sloj, u cijelosti mora zadovoljavati uvjete iz potpoglavlja 6-07.3, Knjiga III ovih OTU.

Izrada

Betonska podloga mora biti stabilna, pravilnog i projektiranog nagiba, te propisane ravnosti, a u vrijeme polaganja brtvenog sloja mora biti čista i suha.

Prije početka izvedbe brtvenog sloja, Izvođač je dužan geodetski snimiti površinu betonske ploče i izmjeriti uzdužnu i poprečnu ravnost, te izmjerene podatke predati nadzornom inženjeru najmanje sedam dana prije početka izvedbe hidroizolacije.

Asfaltni mastiks proizvodi se u specijalnim kotlovima za lijevani asfalt uz direktno doziranje sastavnih materijala, te se stoga, pri doziranju veziva, mora uzeti u obzir vlažnost kamenog materijala.

Temperatura proizvodnje asfaltnog mastiksa ne smije prijeći 220 °C.

Asfaltni mastiks ugrađuje se ručno. Polaže se na razastrti stakleni voal koji je skrojen i položen tako, da ne pokriva dijelove betona uz rubnjake i dilatacijske naprave u širini od 20 cm.. Taj se dio premazuje bitumenskim premazom u količini od 150 do 300 g/m^2, čime se omogućuje sljepljivanje asfaltnog mastiksa s betonskom podlogom.

Pri razastiranju, asfaltni mastiks ne smije pokazivati sklonost kidanju.

Izvedeni sloj asfaltnog mastiksa mora biti jednoliko razastrt, ravan, homogen i potpuno zatvorene površine, što se kontrolira vizualnim pregledom.

U slučaju da se hidroizolacija prvo izvodi ispod pješačkih hodnika, treba je odmah nakon izvedbe zaštiti od mehaničkih oštećenja i prljanja, kako bi se osigurala kvalitetna veza s hidroizolacijom kolnika, koja će se naknadno izvesti.

Po izvedenom sloju asfaltnog mastiksa zabranjen je svaki promet dok se ne izvede zaštitni sloj hidroizolacije.

Zaštitni sloj niti na jednom mjestu ne smije biti tanji od 25 mm. Ukoliko zaštitni sloj, na pojedinim mjestima treba izvesti u debljini većoj od 4o mm tada se prvo izvodi podravnanje, a nakon njega se izvodi zaštitni sloj u projektiranoj debljini.

Zaštitni sloj treba u pravilu izvoditi finišerom s pneumaticima, kako bi se izbjeglo moguće oštećenje brtvenog sloja, pri čemu treba izbjegavati prekomjerno zagrijavanje istog. Brzina finišera ne smije biti manja od 2 m/min, a temperatura lijevanog asfalta ne smije prijeći 240°C.

Ručno polaganje lijevanog asfalta dozvoljeno je ukoliko se osigura neprekidna ugradba bez hladnih spojeva.

Površinu još vrućeg lijevanog asfalta treba posuti kamenom sitnež granulacije 2/4 ili 4/8 mm u količini od približno 3-5 kg/m^2 koja je prethodno obavijena sa cca 1% oksidiranog bitumena.

Najveća neravnost izvedenog zaštitnog sloja, izmjerena letvom dužine 4 m, ne smije prijeći 6 mm.

Tijekom izvođenja zaštitnog sloja potrebno je u osi vodolovnih grla i oko njih, te uz dilatacijske naprave izvestiti drenažne kanale kroz koje se odvodi voda nakupljena na brvenom sloju.

Kakvoća lijevanog asfalta mora biti u skladu s točkom 6-07.3, Knjiga III ovih OTU.

Pri izvedbi zaštitnog sloja treba, uz rubnjake i dilatacijske naprave, ostaviti razdjelnice širine 20 mm koje prije polaganja habajućeg sloja treba premazati bitumenskim premazom i zapuniti bitumenskom masom za zalijevanje razdjelnica.

Na pješačkim hodnicima gdje se izolacijski sloj pokriva betonom zaštitni se sloj može izvesti još jednim slojem asfaltnog mastiksa.

Kontrola kakvoće

Aktivnosti prije početka asfalterskih radova s obzirom na prethodna ispitivinja upotrebljivosti materijala, izradu prethodnih i radnih sastava, provode se sukladno točki 6-00.4.1, Knjiga III ovih OTU.

Tekuća ispitivanja

Tekuća ispitivanja sastavnih materijala za spravljanje asfaltnog mastiksa i lijevanog asfalta provodi izvođač prema točki 6-00.4.2.1, Knjiga III ovih OTU, a rezultate provedenih ispitivanja dostavlja nadzornom inženjeru najkasnije 24 sata nakon završetka ispitivanja.

Uzorci asfaltnog mastiksa i lijevanog asfalta za tekuća ispitivanja uzimaju se na mjestu proizvodnje ili na mjestu ugradnje, a ispituje se sastav i fizičko-mehanička svojstva.

Sastav asfaltnog mastiksa i lijevanog asfalta provjerava se ispitivanjem najmanje jednog uzorka na svaka dva kotla proizvedenog mastiksa, ili lijevanog asfalta, a ispituje se:

- udio bitumena HRN U.M8.105 ili EN 12697-1
- granulometrijski sastav ekstrahirane kamene smjese HRN U.M8.102 ili EN 12697-2.

Fizičko - mehanička svojstva asfaltnog mastiksa i lijevanog asfalta provjeravaju se ispitivanjem najmanje jednog uzorka iz svakog kotla, a ispituje se:

- točka razmekšanja asfaltnog mastiksa HRN U.M3.095
- dubina utiskivanja lijevanog asfalta HRN U.M8.104 ili EN 12697-20
- porast dubine utiskivanja lijevanog asfalta HRN U.M8.104 ili EN 12697-20

Tekuća ispitivanja ugradnje asfaltnog mastiksa i lijevanog asfalta obuhvaćaju kontrolu:

- nanašanja bitumenskog namaza,
- polaganja staklenog voala,
- temperature asfaltnog mastiksa i lijevanog asfalta,
- debljine ugrađenih slojeva i
- homogenosti slojeva.

Kontrolna ispitivanja

Uzorci asfaltnog mastiksa i lijevanog asfalta uzimaju se na mjestu proizvodnje ili na mjestu ugradnje a ispituje se sastav i fizičko-mehanička svojstva.

Sastav asfaltnog mastiksa i lijevanog asfalta provjerava se ispitivanjem najmanje jednog uzorka na svaka četiri kotla proizvedenog mastiksa ili lijevanog asfalta, a ispituje se:

- udio bitumena HRN U.M8.105 ili EN 12697-1
- granulometrijski sastav ekstrahirane kamene smjese HRN U.M8.102 ili EN 12697-2.

Fizičko-mehanička svojstva asfaltnog mastiksa i lijevanog asfalta provjeravaju se ispitivanjem najmanje jednog uzorka na svaka dva kotla proizvedenog mastiksa ili lijevanog asfalta.

Ispituje se:

- točka razmekšanja asfaltnog mastiksa HRN U.M3.095
- dubina utiskivanja lijevanog asfalta HRN U.M8.104 ili EN 12697-20
- porast dubine utiskivanja lijevanog asfalta HRN U.M8.104 ili EN 12697-20
- točka razmekšanja izdvojenog bitumena HRN EN 1427
- penetracija izdvojenog bitumena HRN EN 1462
- točka loma po Fraassu izdvojenog bitumena HRN EN 12593.

Kod ugradnje kontrolira se:

- temperatura asfaltne mješavine,
- debljina slojeva i
- homogenost slojeva.

Ocjena kakvoće

Izradu nesljepljene hidroizolacije ocjenjuje i preuzima nadzorni inženjer na temelju rezultata provedenih tekućih i kontrolnih ispitivanja izvedenog brtvenog sloja od asfaltnog mastiksa i izvedenog zaštitnog sloja od lijevanog asfalta.
Udio bitumena u asfaltnom mastiksu određen na uzorcima asfaltne mješavine u okviru tekućih i kontrolnih ispitivanja mora zadovoljavati uvjete dane u tablici 7-01.9-11.

Tablica 7-01.9-11 Dopušteno odstupanje srednje vrijednosti udjela bitumena tekućih i kontrolnih ispitivanja asfaltne mješavine od udjela određenog u prethodnom sastavu asfaltnog mastiksa, ovisno o broju ispitanih uzoraka

Svojstvo	Broj ispitanih uzoraka					
	1	2	3 do 4	5 do 8	9 do 19	≥ 20
Dopušteno odstupanje, % *(m/m)*	± 0,50	± 0,45	± 0,40	± 0,35	± 0,30	± 0,25

Granulometrijski sastav kamene smjese, određen na uzorcima asfaltne mješavine u okviru tekućih i kontrolnih ispitivanja, mora zadovoljiti uvjete dane u tablici 7-01.9-3.

Fizičko-mehanička svojstva asfaltne mješavine moraju zadovoljiti sljedeće uvjete:

- Točka razmekšanja po Wilhelmiju mora se nalaziti u rasponu od 90 do 140 ^{O}C.
- Svojstva izdvojenog veziva mogu se, u odnosu na rabljenu vrstu bitumena, promijeniti za najviše dva tipa, što se utvrđuje ispitivanjem penetracije na 25 ^{O}C, točke razmekšanja po PK i točke loma po Fraassu.

Ocjena kakvoće izvedenog zaštitnog sloja od lijevanog asfalta donosi se sukladno točki 6-07.6, Knjiga III ovih OTU.
Sve ustanovljene manjkavosti prema navedenim zahtjevima izvođač će otkloniti o svom trošku, uključujući i sva dodatna ispitivanja i mjerenja koje je potrebno provesti da se ustanovi valjanost sanacije.

Obračun rada

Količina obavljenih radova mjeri se u četvornim metrima gornje površine stvarno položene i ugrađene hidroizolacije, uključujući pripremu podloge, ugradnju staklenog voala i asfaltnog mastiksa, te izradu zaštitnog sloja od lijevanog asfalta.

Radovi vezani za zalijevanje razdjelnica obranučavaju se posebno i u dužnim metrima.
U cijeni su sadržani svi troškovi nabave materijala, proizvodnje i ugradnje asfaltne mješavine, prijevoz, oprema i sve ostalo što je potrebno za izvođenje radova.

7-01.10 OGRADE

Ograde na mostovima izvode se kao zaštita pješaka i vozila i postavljaju se prema uvjetima sigurnosti pješaka i vozila na mostovima.

Tip i položaj ograde u poprečnom presjeku mosta, visinu i materijal od kojeg će se izvesti, dimenzije pojedinih elemenata i način učvršćenja stupova ograde treba riješiti projektom konstrukcije.

Varovi na konstrukciji metalne ograde trebaju biti kontinuirani.

Predgotovljeni dijelovi montažnih ograda trebaju biti izravnani i u horizontalnoj i u vertikalnoj ravnini i postavljeni u projektirani položaj.
Na mostovima u zavoju ogradu treba saviti po istoj krivulji, a ne voditi poligonalno.

Ako se ograda postavlja nakon izvedbe hodnika, stupovi se naknadno sidre u ostavljene rupe betonom iste kakvoće i otpornosti na smrzavanje i soli za odmrzavanje kao i ostali beton hodnika i sličnih elemenata u neposrednom dodiru sa solima.

Prije ubetoniravanja stupova nadzorni inženjer treba provesti kontrolu postavljene ograde, pazeći posebno da je rupa dobro očišćena i antikorozivna zaštita stupova ograde u dodiru s površinskim slojem betona ispravno izvedena, jer ti dijelovi ograda najbrže korodiraju.

Metalnu ogradu treba u cijelosti dobro zaštititi od korozije, u svemu prema uvjetima iz točke 7-01.12 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Obračun rada

Rad se mjeri u metrima postavljene ograde i obračunava po ugovorenim jediničnim cijenama, uključivo sav materijal, rad, prijevoz i sve potrebno za postupno dovršenje rada.

7-01.11 ZAVRŠNI I OSTALI RADOVI NA MOSTOVIMA

7-01.11.1 Rasvjeta

Gradske i prigradske mostove i mostove u čvorištima, osobito na raskrižjima u više razina treba osvijetliti radi osiguranja dobre vidljivosti kolnika.

Razmak svjetiljki treba biti 20 do 40 m. U pravilu, treba biti jednak trostrukoj visini nosača svjetiljke. Vrste rasvjetnih tijela, njihov oblik, dimenzije, raspored u uzdužnom i poprečnom smjeru i jačinu treba utvrditi projektom konstrukcije.

Električne kabele za dovod električne energije do rasvjetnih stupova učvršćenih u konstrukciju mosta treba položiti u otvore hodnika. Stupove treba izvoditi prema propisima važećim za nosive čelične konstrukcije i obojiti te antikorozivno zaštititi prema uvjetima iz točke 7-01.12 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Obračun rada

Rad se mjeri u komadima postavljenih rasvjetnih tijela i obračunava prema ugovorenim jediničnim cijenama.

7-01.11.2 Portali ili nosači vertikalne signalizacije

Stupove ili nosače vertikalne signalizacije treba ugraditi i učvrstiti na projektiranu poziciju prema uvjetima i detaljima iz projekta konstrukcije. Nosači trebaju zadovoljavati propise važeće za nosive čelične konstrukcije. Antikorozivno ih treba zaštiti prema uvjetima iz točke 7-01.12 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Obračun rada

Rad se mjeri u komadima postavljenih nosača i obračunava prema ugovorenim jediničnim cijenama.

7-01.11.3 Zaštitne mreže i ploče

Zaštitu prolaznika preko mosta od mogućeg dodira s vodovima elekrificiranih pruga i sličnih opasnosti treba izvesti posebnim zaštitnim čeličnim mrežama ili pločama postavljenim uz vijenac mosta.

Rješenja i kakvoću te zaštite treba uvjetovati projektom konstrukcije, mjeriti komadima postavljenih jedinica i obračunavati prema ugovorenim jediničnim cijenama.

Obračun rada

Rad se mjeri u komadima postavljenih zaštitnih mreža i ploča, a obračunava prema ugovorenim jediničnim cijenama.

7-01.11.4 Zaštita površina konstrukcije mosta iznad željezničkih pruga

Površine rasponskih konstrukcija iznad željezničkih pruga treba zaštititi posebnim pločama ili premazima prema rješenjima i uvjetima koja treba dati projektom konstrukcije.

Obračun rada

Rad se mjeri u komadima ugrađenih zaštitnih jedinica ili u četvornim metrima zaštićene površine i obračunava prema ugovorenim jediničnim cijenama.

7-01.11.5 Zaštita dijelova mosta u dodiru s vodotokom ili na križanju s prometnicom

Način zaštite pojedinih dijelova mosta (uglavnom stupova) od udara plovnih ili prometnih tijela, leda i slično treba utvrditi i uvjetovati projektom konstrukcije.

Obračun rada

Rad se mjeri u komadima ugrađenih jedinica i obračunava prema ugovorenim jediničnim cijenama.

7-01.11.6 Otvori za energetske vodove

Različite vrste vodova koje je često potrebno položiti (prevesti) preko mosta (telefonske, električne, energetske i slične) treba, ako je to moguće, smjestiti u uzdignuti hodnik. Za veće profile treba projektom predvidjeti posebna mjesta i načine pričvršćenja i osiguranja. Ova mjesta treba utvrditi tako da se omogući njihovo učinkovito održavanje (revizija i eventualna zamjena).

Obračun rada

Rad se mjeri i obračunava prema uvjetima projektnog troškovnika.

7-01.11.7 Znak mosta

U izvedeni most izvođač treba o svom trošku prema projektnom rješenju ugraditi ploču s naznakom godine izgradnje mosta i eventualnim dodatnim tekstom i podacima koje trebaju utvrditi investitor i projektant mosta.

Obračun rada

Rad se mjeri i obračunava po komadu određenih dimenzija iz projektnog troškovnika.

7-01.11.8 Ispitivanje mostova probnim opterećenjima

Svi cestovni mostovi raspona jednakog ili većeg od 15 m moraju se ispitati probnim opterećenjem prema HRN U.M1.046. Probnim se opterećenjem mora provjeriti ponašanje mosta pri statičkom i dinamičkom opterećenju da bi se utvrdilo:

- usklađenost s projektom
- usklađenost kakvoće izvedenih radova s projektnim zahtjevom i
- uporabivost mosta za preuzimanje projektiranih opterećenja.

Položaj i veličina probnog opterećenja određuju se projektom konstrukcije. Način opterećivanja mora, u pravilu, odgovarati načinu opterećivanja u uporabi (statičko ili dinamičko). Program ispitivanja sastavlja organizacija koja obavlja ispitivanja u suradnji s projektantom konstrukcije, izvođačem i nadzornim inženjerom.

Ispitivanje mostova probnim opterećenjem mora se povjeravati u specijaliziranim institucijama osposobljenim za taj posao.

Probnom opterećenju može se pristupiti tek kad se pribave dokazi o kakvoći ugrađenih materijala i betona propisani ovim Tehničkim uvjetima i važećim propisima.

Elaborat o izvršenom ispitivanju mosta probnim opterećenjem mora sadržavati mišljenje o ponašanju i upotrebljivosti objekta. Ako su rezultati probnog opterećenja negativni, izvođač je dužan sanirati objekt o vlastitom trošku. Poslije sanacije konstrukcija se mora ponovno ispitati probnim opterećenjem.

Cijena ispitivanja mosta probnim opterećenjem mora uključivati izradu pomoćnih skela i platformi, radnu snagu potrebnu pri ispitivanju, sredstva opterećivanja, sve troškove mjerenja i upotrebe mjernog materijala i instrumentarija te izrade odgovarajućeg elaborata. Način plaćanja cijene ispitivanja mostova treba utvrditi ugovorom o građenju objekta.

7-01.12 ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA ČELIČNIH DIJELOVA

Sve čelične dijelove na cestama i cestovnim prometnim građevinama kao što su:

- ograde,
- zaštitne mreže,
- odbojnici,
- nosači vertikalne signalizacije, i
- nosači rasvjete (rasvjetni stupovi).

treba zaštiti od korozije.

Za antikorozivnu zaštitu čeličnih dijelova treba u skladu sa stupnjem korozijskog opterećenja, tj. određenog razreda korozijske klime u kojoj se građevina nalazi i važećim propisima, izraditi zasebno projektno rješenje i njime utvrditi i uvjetovati:

- način pripreme čelične površine za izvedbu zaštite,
- izbor, svojstva i uvjete kakvoće zaštite,

- izbor pogodnog izvođača,
- postupak izvedbe i
- način održavanja izvedene zaštite.

Za sidrene ploče i vijke odbojne ograde i vertikalnu signalizaciju treba uvjetovati valjanost i debljinu zaštitnog sloja nosača, vijaka, matica i podložnih pločica kao i kakvoću reflektirajućih folija. Posebnu pažnju treba posvetiti zaštiti i popravku zaštite zavarenih mjesta.

Sustavi, svojstva i uvjeti kakvoće

Pri projektiranju i primjeni treba razlikovati sljedeće moguće vrste zaštite:

- premaze i prevlake,
- metalne i
- anorganske.

Projektom konstrukcije treba za svaki dio čelične konstrukcije izraditi tehničke uvjete izvedbe antikorozivne zaštite.

Premazi i prevlake

Prema svojstvima i trajnosti razlikuju se sljedeći sustavi organskih zaštitnih premaza:

- klorkaučukovi,
- epoksidni,
- poliuretanski,
- bitumenski i
- kombinirani.

Klorkaučukovi premazi primjenjuju se kao kvalitetnija zaštita, koja se sastoji od dva temeljna i dva pokrivna sloja debljine po 25 do 35 mikrona ili od temeljnog međusloja i završnog sloja. Međusloj je deblji, a debljina ukupne zaštite iznosi 160 mikrona.

Pojačana zaštita konstrukcija koje nisu izložene dužem djelovanju sunčanih zraka izvodi se epoksidnim premazima u tri sloja ukupne debljine 120 do 180 mikrona. Vremenski pomak nanošenja pojedinih slojeva može biti najviše 24 do 72 sata. Ne smije se nanositi pri temperaturi ispod 10°C.

Pojačana zaštita konstrukcija koje jesu izložene sunčanom zračenju izvodi se poliuretanskim premazima. Nanose se u 3 do 4 sloja ukupne debljine 140 d0 210 mikrona. Moguća je, često i poželjna, kombinacija epoksidnih i poliuretanskih premaza.

Bitumenskim premazima u dva sloja treba zaštićivati dio ogradnih stupića koji se ugrađuju u beton do približno 10 cm iznad betona i donji dio rasvjetnih stupova visine do 1 m.

Kombinirani sustavi zaštite čeličnih elemenata od korozije primjenjuju se ovisno o posebnim okolnostima utvrđenim projektom konstrukcije.

Metalne zaštite

Metalne antikorozivne zaštite izvode se pocinčavanjem ili metalizacijom.

Toplim pocinčavanjem obično se izvode elementi koji se mogu uranjati u odgovarajuće kade s rastaljenim cinkom. Pocinčanje treba biti ravnomjerno bez nakupina pjene cinka (salmijaka) i nepokrivenih površina. Debljina sloja cinka treba biti prema EN ISO 1461.

U jače agresivnim uvjetima može se zaštita pocinčanjem pojačati organskim premazima (dupleks-sustavi).

Metalizacija je postupak prskanja čeličnog elementa rastaljenim zaštitnim metalom (cinkom, aluminijem, olovom) pomoću posebnih pištolja. Najmanju debljinu takve zaštite treba ovisno o vrsti i uvjetima uporabe konstrukcije prema važećim propisima uvjetovati projektom konstrukcije. Treba se nanositi na neposredno pjeskarenjem očišćenu površinu čeličnog elementa (najkasnije nakon 4 sata od završene pripreme).

Ne smije se izvoditi po kišnom ili maglovitu vremenu niti pri relativnoj vlazi zraka iznad 80%. Po potrebi se i ove zaštite mogu pojačavati organskim premazima.

Anorganske zaštite

Popravci montažom oštećenih metalnih zaštita izvedenih vrućim pocinčavanjem ili metalizacijom izvode se premazima na bazi cinka (97,5 % do 99,5 % cinka). Oštećeno mjesto treba dobro očistiti i napraviti blage prijelaze rubova te na tu površinu nanijeti dva sloja premaza bogatog cinkom.

Popravke zaštite izvedene metalizacijom aluminijem treba izvoditi premazom na bazi aluminijske paste.

Izvedba antikorozivne zaštite

Antikorozivna zaštita ne smije se izvoditi:

- na vlažnu površinu elementa,
- pri relativnoj vlazi zraka iznad 80 %,
- pri temperaturi zraka ispod +5°C i iznad +40°C,
- na nečisti prethodni sloj.

Pri izvedbi antikorozivne zaštite treba u dnevniku rada voditi sljedeću evidenciju:

- temperature zraka i stanja površine elementa,
- vlažnosti zraka,
- vrste i jačine vjetra,
- stupnja pripremljenosti površine za svaki sloj premaza,
- debljine pojedinih slojeva premaza,
- prionljivosti pojedinih slojeva premaza,
- uzimanja kontrolnih uzoraka sastavnih materijala za kontrolu njihovih svojstava,
- broja pakiranja i datuma proizvodnje pojedinih materijala,
- potvrde sukladnosti pojedinih materijala i sustava zaštite u cjelini.

Evidenciju kao i ukupnu kontrolu nabave i primitka pojedinih materijala i izvedbe antikorozivne zaštite treba provoditi kvalificirano osoblje, s iskustvom u ovoj djelatnosti, u uskoj suradnji s institucijom ovlaštenom za ispitivanje i potvrđivanje sukladnosti materijala i radova antikorozivne zaštite metalnih konstrukcija. Ako izvođač za taj posao nema osposobljeno osoblje i odgovarajuću opremu, treba ukupnu kontrolu materijala i radova povjeriti ovlaštenoj instituciji.

Priprema površine

Postupak pripreme površine elementa koji se zaštićuje treba u skladu s važećim propisima uvjetovati projektom.

Pripremljenu površinu treba prije nanošenja zaštite pregledati i preuzeti nadzorni inženjer. Prvi sloj zaštitnog premaza treba na pripremljenu površinu nanijeti najkasnije za 6 do 8 sati po završetku pripreme ili u protivnom postupak čišćenja ponoviti.

Pripremu površine novih čeličnih elemenata treba obaviti na jedan ili više sljedećih načina:

- odmašćivanjem,
- mehaničkim čišćenjem (ručno ili strojno rotirajućim četkama),
- pjeskarenjem ili sačmarenjem,
- plamenom (oksiacetilenskim),
- kemijskim sredstvima.

Očišćenu površinu treba usisivačem ili mlazom suhog zraka dobro otprašiti. Stupanj kvalitete očišćene površine uvjetuje projektant ovisno o uporabnim uvjetima i odabranom sustavu zaštite.

Pripremu površine čeličnih elemenata s dotrajalom ili oštećenom postojećom antikorozivnom zaštitom treba obaviti na jedan ili više slijedećih načina:

- mehanički (struganjem ili ručnim ili rotirajućim četkama),
- pjeskarenjem ili sačmarenjem,
- plamenom (i mehanički kod više od 20 % korodirane površine),
- kemijskim sredstvima.

Na elementima sa samo mjestimično oštećenom postojećom zaštitom čišćenje se izvodi samo na tim dijelovima.

Stare zaštite, koje su izgubile samo elastičnost i sjaj, mogu se aktivirati hrapavljenjem brusnim papirom u dva okomita smjera i otprašivanjem ili kemijskim aktivatorom te pojačati novim premazima.

Izvedba zaštitnih premaza

Prvi temeljni premaz treba obično nanositi već u radionici izvođača radova (pri pripremi čeličnih elemenata).

Slijedeći slojevi premazanih sredstava ne smiju se nanositi dok se prethodni sloj ne "osuši", dok se ne provjeri debljina i dok ga nadzorni inženjer ne pregleda i ne preuzme.

I slijedeći slojevi (osim završnog) mogu se nanijeti u tvornici (radionici), ako se s time usuglase projektant i nadzorni inženjer. Pri prijevozu elemenata izvedeni slojevi zaštite moraju biti suhi (očvrsli).

Vrijeme sušenja pojedinih slojeva i nanošenja sljedećih obično utvrđuje proizvođač premazanih sredstava. Njegovih se uputa treba i inače striktno pridržavati.

Primjenjuju li se osnovni i završni premazi od različitih proizvođača, treba prethodno ispitati i dokazati njihovu kompatibilnost.

Dopuštene minimalne debljine zaštite pojedinih vrsta i dijelova čeličnih elemenata su sljedeće (u mikronima):

Pješačke ograde:	
premazani dijelovi	120
pocinčani dijelovi	EN ISO 1461
Zaštitne mreže nadvožnjaka:	
premazani limovi i kutni profili	120
premazane mreže	60
pocinčani limovi i kutni profili	EN ISO 1461
pocinčane mreže	EN ISO 1461
Vertikalna signalizacija:	
pocinčani stupići	EN ISO 1461
pocinčani portali	EN ISO 1461
Čelične zaštitne ograde:	
pocinčani plašt	EN ISO 1461
pocinčani stupići	EN ISO 1461
pocinčani odstojnici	EN ISO 1461
Sigurnosne ograde:	
pocinčani stupići	EN ISO 1461
pocinčane mreže	EN ISO 1461
Stupovi rasvjete:	
premazani plašt	120
premazani donji dio plašta (do visine 1 m)	160-240
pocinčani plašt	EN ISO 1461
Nosive čelične konstrukcije naplatnih kućica	120
Ostala oprema prema projektu	(pocinčana prema EN ISO 1461)
Pocinčane mreže za zaštitu pokosa i usjeka	EN ISO 1461

Kontrola izvedbe i potvrđivanje sukladnosti

Kontrolu kakvoće materijala i izvedbe radova antikorozivne zaštite treba provoditi kao kontrolu proizvodnje koju provodi izvođač radova i kontrolu i potvrđivanje sukladnosti izvedenih radova s uvjetima projekta i važećih propisa koju provodi neutralna ovlaštena institucija.

Kontrola izvedbe

Kontrolu proizvodnje i izvedbe antikorozivne zaštite treba provoditi kvalificirano i iskusno osoblje izvođača prema programu koji, prema važećim propisima i uvjetima projekta, trebaju usuglasiti projektant, nadzorni inženjer i izvođač.

Kontrola se provodi kod svih vrsta i sustava antikorozivne zaštite. Kontrolom dobavljenih materijala treba provjeriti imaju li dobavljeni materijali valjanu potvrdu sukladnosti te

ispitati osnovna deklarirana svojstva. Kontrolu izvedbe treba programirati i provoditi prema vrsti i pojedinom sustavu zaštite i prema vrsti elemenata koji se zaštićuju.

Kod organskih premaza treba kontrolirati:

- izgled svakog sloja posebno, osušenost i pogreške,
- debljinu svakog sloja,
- prionljivost svakog sloja prema HRN H.C8.059.

Uzorke materijala organskih premaza treba uzimati prema HRN H.C8.032 i po potrebi ispitivati prema HRN H.C8.050.

Kod toplog pocinčavanja treba kontrolirati:

- izgled i pogreške izvedenog pocinčanja,
- prionljivost normnim čekićem prema ASTM 123,
- debljinu sloja prema HRN C.A6.030,
- masu sloja cinka prema HRN C.A6.021 i HRN C.A6.010.

Kod metalizacijske antikorozivne zaštite treba kontrolirati:

- izgled i pogreške,
- debljinu zaštitnog sloja,
- prionljivost prema HRN H.C8.059.

Kakvoću materijala za metalizacijsku zaštitu treba po potrebi kontrolirati prema HRN C.C1.020 za premaz cinkom i prema HRN C.C1.100 za premaz aluminijem.
Učestalost ispitivanja izgleda, debljine i prionljivosti pojedinih slojeva treba po pojedinim elementima biti sljedeća:

Elementi pješačkih ograda:	
osnovni premaz jednom na svakih	5 m
pokrivni premaz 3 puta na svakih	3 m
metalni premazi 3 puta na svakih	5 m
kod objekata do 20 m dužine 3 puta na najmanje	8 mjesta
Elementi zaštitnih mreža nadvožnjaka:	
osnovni premaz 3 puta na svakih	2 do 5 m
pokrivni premaz 3 puta na svakih	2 do 5 m
Elementi zaštitnih mreža:	
organski premazi po 3 puta na svakih	10 m
metalni premazi po 3 puta na svakih	5 do 10 m
Sigurnosne ograde:	
stupići 3 puta na svakih	5 do 10 stupića
mreže i zatezne žice jednom na svakih	10 do 25 m
Stupovi rasvjete:	
organski premazi po 12 mjerenja po	svakom stupu
metalni premazi po 10 mjerenja po	svakom stupu

Stupići i ploče vertikalne signalizacije:

osnovni premaz 3 puta na svakih	10 komada
pokrivni premaz 3 puta na svakih	6 komada
metalni premaz 3 puta na svakih	6 komada

Portali vertikalne signalizacije:

osnovni premaz 3 puta po	svakom portalu
pokrivni premaz 6 puta po	svakom portalu
metalni premaz 6 puta po	svakom portalu

Nosive čelične konstrukcije

naplatnih kućica 5 puta po	1 m^2

Kontrola sukladnosti

Kontrola sukladnosti koju provodi neutralna ovlaštena institucija treba sadržavati:

- kontrolu postupaka i rezultata kontrole proizvodnje,
- ocjenu nedostataka kontrole proizvodnje,
- vizualnu ocjenu pogrešaka u izvedenoj zaštiti prema HRN C.T7.302,
- kontrolu debljine premaza,
- kontrolu prionljivosti premaza,
- kontrolu osnovnih svojstava sastavnih materijala,
- završnu ocjenu kakvoće izvedene zaštite.

Ocjene pregleda i rezultata ispitivanja i završna ocjena kakvoće izvedene zaštite daju se izvještajem ovlaštene institucije kao potvrdom sukladnosti ili nesukladnosti upotrijebljenih materijala i izvedene zaštite.

U slučaju nesukladnosti, ovlaštena institucija daje preporuku za uklanjanje pogrešaka, a način i troškove usklađuju naručitelj i izvođač radova.

Obračun radova

Izvedeni radovi mjere se u metrima ili četvornim metrima izvedene zaštite, ili u kilogramima mase zaštićenih elemenata te obračunavaju po ugovorenim jediničnim cijenama.

Jedinične cijene uključuju sav rad, materijal, prijevoz i sve ostalo što je potrebno za potpuno izvršenje radova.

7-02 BETONSKI KOLNIK

7-02.0 OPĆENITO

Ovim dijelom Tehničkih uvjeta dani su osnovni uvjeti kvalitete betona, osnovni konstrukcijski elementi betonske kolničke konstrukcije i kriteriji njezine izvedbe na pripremljenom nosivom sloju. U svim ostalim uvjetima, koji ovdje nisu specificirani, vrijede uvjeti iz knjige II Tehničkih uvjeta (za zemljane radove), knjige III Tehničkih uvjeta (za kolničku konstrukciju) i uvjeti za proizvodnju betona i izvedbu betonskih radova iz potpoglavlja 7-00.1 i 7-00.2 knjige IV ovih Tehničkih uvjeta.

Betonska kolnička konstrukcija sastoji se od ploča određenih dimenzija, međusobno razdvojenih razdjelnicama ili od kontinuirano armirane ploče bez razdjelnica, koje se polažu na nosivu podlogu od bitumenom ili cementom stabiliziranog šljunka (ili drobljenog kamena).

7-02.1 BETON BETONSKOG KOLNIKA

7-02.1.1 Sastavni materijali

Agregat za beton mora zadovoljavati uvjete prve klase kakvoće prema EN 12620. Veličina maksimalnog zrna agregata ne smije biti veća od 1/3 debljine sloja. U frakcijama sitnog agregata (0-4 mm i 4-8 mm) treba biti najmanje 1/3 kvarcnih zrna, a ne smije biti više od 1/4 zrna kalcijeva karbonata (radi osiguranja dovoljne mikrohrapavosti i otpornosti na zaglađivanje kolnika) a u krupnim frakcijama više od 50 % drobljenih zrna.

Treba upotrebljavati portlandski cement klase 32,5 ili 42,5 s hidrauličkim dodacima ili bez njih, prema EN 197 uz sljedeće dodatne uvjete:

- potreba vode za standardnu konzistenciju najviše 27 %,
- početak vezanja pri temperaturi 20°C nakon 2 sata,
- početak vezanja pri temperaturi 30°C nakon 1 sat,
- finoća mljevenja po Blaineu najviše 3500 cm^2/g,
- vlačna čvrstoća savijanjem nakon 28 dana najmanje 6 N/mm^2.

7-02.1.2 Beton

Beton betonskog kolnika treba zadovoljavati uvjete EN 206 i uvjete iz poglavlja 7-00 ove knjige Tehničkih uvjeta uz ovdje dane dodatne uvjete čvrstoće i trajnosti.

Tlačna i vlačna čvrstoća savijanjem betona trebaju biti uvjetovane projektom karakterističnom čvrstoćom 5 %-tnog fraktila prema tablici 7-02.1.2-1.

Tablica 7-02.1.2-1 Najmanja 28-dnevna karakteristična čvrstoća betona

Predviđeno prometno opterećenje	Tlačna N/mm^2	Vlačna savijanjem mm^2
Vrlo teško	35/45	5,0
Teško	30/37	4,5
Ostalo	25/30	4,0

Osim toga, beton u uvjetima djelovanja agresivne okoline klase XF1 prema točki 7-00.1.1 ove knjige Tehničkih uvjeta treba biti otporan na smrzavanje u 100 ciklusa prema HRN U.M1.016 i u uvjetima agresivne okoline XF3 u 200 ciklusa, a beton u uvjetima djelovanja agresivne okoline klasa XF2 i XF4 u 50 ciklusa djelovanja smrzavanja i soli za odmrzavanje prema HRN U.M1.055.

Navedene otpornosti trebaju biti dokazane prethodnim (početnim) ispitivanjima i u proizvodnji betona kontrolirane najmanje 2 do 4 puta godišnje, ovisno o količini proizvedenog betona, što treba biti programirano planom kontrole kvalitete izvedbe određene dionice betonskog kolnika.

7-02.2 DIMENZIONIRANJE BETONSKOG KOLNIKA

Debljinu kolničke konstrukcije betonskog kolnika treba utvrditi projektom tako da bude u stanju primiti prometno opterećenje i prenijeti ga na posteljicu bez štetnih posljedica u nasipu i temeljnom tlu. Debljina nearmiranog betonskog kolnika ne smije biti manja od:

- 20 cm na cestama s vrlo teškim prometnim opterećenjem,
- 18 cm na cestama s teškim prometnim opterećenjem,
- 16 cm na cestama s ostalim prometnim opterećenjem.

Betonski kolnik treba izvesti tako da trajno štiti podložne slojeve, nasip i temeljno tlo od utjecaja atmosferilija.

Betonska ploča treba iz konstrukcijskih razloga imati istu debljinu po cijeloj širini poprečnog presjeka. Može se izvoditi u jednom ili u dva sloja. Kod dvoslojne izvedbe slojevi se obično projektiraju različite kakvoće i sastava betona. Gornji sloj ne smije biti tanji od 5 cm.

Slojeve ispod betonskog kolnika treba dimenzionirati prema odredbama odgovarajućih točki knjige I ovih Tehničkih uvjeta, i to u:

- cementom ili bitumenom vezanom materijalu za vrlo teško i teško prometno opterećenje,
- vezanom i/ili mehanički stabiliziranom materijalu za srednje teško prometno opterećenje,
- mehanički stabiliziranom materijalu za ostala prometna opterećenja.

7-02.3 RAZDJELNICE

Radi sprječavanja nepredviđenog pucanja ploča od stezanja i temperaturnih promjena, betonski se kolnik mora uzdužnim i poprečnim razdjelnicama razdijeliti na ploče kvadratičnog oblika. Ako je širina betonskog kolnika veća od 7,5 m, mora se do te veličine podijeliti uzdužnim razdjelnicama.

Nearmirani betonski kolnik treba po dužini razdijeliti u ploče dužine ne veće od 6 m niti veće od 25-struke debljine.

Prividne razdjelnice osiguravaju pucanje betonskog kolnika na kontroliranim mjestima s osiguranim ne štetnim ponašanjem u uporabi. Zarezuju se s gornje površine ploče do dubine najmanje 25 do 30 % debljine ploče.

Pritisnute razdjelnice (obično uzdužne) razdvajaju betonski kolnik po cijeloj debljini i također se zarezuju s gornje površine.

Prostorne razdjelnice potpuno razdvajaju ploče betonskog kolnika i obično se izvode samo na mjestima odvajanja betonskog kolnika od drugih konstrukcija,

Razmak i način obrade razdjelnica treba utvrditi projektom betonskog kolnika.

7-02.4 MOŽDANICI I SIDRA

Za prenošenje opterećenja i osiguranje istog visinskog položaja i zajedničkog rada betonskih ploča u zonama razdjelnica primjenjuju se kod poprečnih razdjelnica moždanici, a za sprečavanje razmicanja na uzdužnim razdjelnicama sidra.

Broj, veličina i položaj moždanika i sidara treba utvrditi projektom betonskog kolnika.

Moždanici se obično rade od glatkog betonskog čelika. Postavljaju se na razmaku od 30 cm u sredini presjeka. Polovica dužine moždanika +3 cm premazuje se bitumenom ili nekim sintetičnim materijalom koji sprječava prionljivost betona i moždanika. Postavljaju se tako da premazana polovica moždanika bude naizmjenično u jednoj i u drugoj ploči.

Sidra se obično izrađuju od rebrastog betonskog čelika i ne premazuju se.

7-02.5 ARMIRANJE

Ako se zbog slabog i nehomogenog tla ili zbog dužine ploča veće od 25-struke debljine ili iz bilo kojeg drugog razloga betonski kolnik armira, armaturu treba utvrditi projektom betonskog kolnika i uvjetovati sukladnost s EN 10080. Armiranje može biti jednostruko (u gornjoj trećini presjeka) ili dvostruko (i u gornjoj i u donjoj zoni). Za uobičajeno armiranje treba upotrebljavati armaturne mreže položene tako da gornja armatura bude 7 cm ispod površine betona a donja 3 cm iznad donjeg ruba ploče. Promjer žica mrežaste armature ne treba biti manji od 5 mm. Razmak uzdužnih šipki ne treba biti veći od 15 mm ni poprečnih veći od 30 cm.

Ako se projektira kontinuirano armirani betonski kolnik, armaturu treba projektom tako dimenzionirati da se stvaranje pukotina od skupljanja u lokalnim uvjetima ograniči na vrlo fine pukotine na malom razmaku, koje ne ugrožavaju trajnost kolničke konstrukcije u uporabi niti utječu na kvalitetu vožnje po betonskom kolniku. Za armiranje treba koristiti rebrasti čelik sukladno EN 10080.

7-02.6 IZRADA

Betonski kolnik treba izvoditi u skladu s važećim propisima i uvjetima iz ovih OTU, ekipa kvalificiranih i iskusnih radnika na čelu s visokostručnim voditeljem. Pogodna i učinkovita vibracijski visokofrekventna finišerska oprema treba sadržavati dijelove za sve faze rada od rasprostiranja i zbijanja do završne obrade, zaštite i rezanja razdjelnica. Pojedine faze završne obrade treba optimalno planirati i u planiranim rokovima izvoditi. Sposobnost finišera za ispravnu ugradnju betona projektiranog sastava u projektiranoj debljini treba prethodno ispitati i dokazati.

Treba izbjegavati preduge prijevoze betona od betonare do mjesta ugradnje. Dopušteno vrijeme stajanja neugrađenog betona (od proizvodnje do ugradnje) treba prethodno eksperimentalno utvrditi, ovisno o temperaturi betona, temperaturi okoline, upotrijebljenom cementu i kemijskim dodacima.

Ako se gornji dio poprečnih razdjelnica radi urezivanjem u očvrsli beton, optimalno vrijeme rezanja treba eksperimentalno utvrditi ovisno o konkretnim uvjetima. Rezanje treba

obično obaviti što prije, tj. čim beton dovoljno očvrsne, kako se pri tome ne bi oštetili rubovi. Približno bi to vrijeme trebalo biti između 12 i 20 sati nakon ugradnje betona pri temperaturi zraka oko 15°C, a 8 do 14 sati pri temperaturi zraka oko 30°C.

Zaštitu svježe ugrađenog betona od evaporacije treba započeti čim to površina betona dopusti i održavati je najmanje 14 dana. Zaštitu od neposrednog utjecaja sunca i vjetra i od niskih temperatura treba započeti neposredno nakon ugradnje betona.

Pri vlažnom njegovanju beton treba, čim to površina dopusti, prekriti materijalom koji zadržava vlagu, i tijekom njegovanja redovito ga održavati.

Kemijska sredstva za zaštitu treba prije uporabe ispitati i njihovu učinkovitost dokazati u stvarnim uvjetima primjene. Vlažnost betona treba kontrolirati izotopima tijekom cijelog razdoblja njegovanja. Ako se utvrdi da učinkovitost upotrijebljenog sredstva ne zadovoljava, treba odmah pokrenuti odgovarajući način vlažnog njegovanja.

Kemijska sredstva treba fino raspršiti i jednoliko nanijeti po površini betona. Trebaju biti svijetle boje tako da ne apsorbiraju sunčanu toplinu. Ne smiju štetno djelovati na beton.

Ravnost površine kolničke konstrukcije treba mjeriti u uzdužnom smjeru pojedinih traka neprekinuto goniografom ili letvom dužine 4 m. Pri mjerenju letvom treba svako sljedeće mjerenje preklopiti s prethodim na dužini od 2 m. Pod trakom se razumijeva širina između dva uzdužna spoja. Kod preuzimanja rubnih traka ravnost se mjeri na udaljenosti približno jedan metar od desnog ruba rubnog traka u smjeru vožnje, a kod ostalih traka u sredini u uzdužnom smjeru. Ravnost betonskog kolnika treba biti unutar tolerancija predočenih u tablici 7-02.6-1.

Tablica 7-02.6-1 Tolerancije ravnosti betonskog kolnika

Predviđeno prometno opterećenje	Dopušteno odstupanje		
	od ravnosti mm	od visine mm	od pravca mm
Vrlo teško, teško i srednje	4	± 20	30
Teško	6	± 40	50
Ostalo	6	± 40	100

Ako projektom nije drukčije uvjetovano, neravnom površinom smatra se površina određena u poprečnom smjeru širinom trake, a u uzdužnom smjeru dužinom na kojoj je neravnost utvrđena veća od dopuštene, uvećana s obje strane za po 3 m.

Ako je razmak između dvaju susjednih mjesta s neravnosti većom od dopuštene manji od 6 m, dužina neodgovarajuće neravne površine računa se kontinuirano. Odstupanja od projektirane visine i od pravca mjere se geodetskim instrumentima po sredini pojedinih traka na svakih 15 m. Površina koja otpada na jedno mjerenje dana je širinom traka i polovicom razmaka do susjednih mjerenje s obje strane mjernog mjesta.

Dopuštena odstupanja površine betonskog kolnika ne smiju ni u kom slučaju uzrokovati primjetne neravnine ni zadržavanje vode na kolniku.

Prije izrade horizontalne signalizacije, kemijsku zaštitu treba potpuno odstraniti s površine betona. Ako se kemijska površinska zaštita primjenjuje i za zaštitu betona razdjelnica urezanih u beton, ne smije štetno djelovati na prionljivost mase za zatvaranje razdjelnica.

Ugrađeni beton, zasebno rubove i spojeve treba tijekom ranog očvršćivanja zaštiti od mehaničkog oštećivanja. Promet lakšim vozilima smije se dopustiti kod 70 % čvrstoće tražene klase betona, a promet teškim vozilima (puno opterećenje) tek kod pune čvrstoće uvjetovane klase.

Opterećivanje izvedene kolničke površine odobrava nadzorni inženjer.

Soli za održavanje kolničke površine u zimskim uvjetima smiju se koristiti tek kad beton pouzdano dostigne otpornost na to vrlo agresivno djelovanje. Sigurnosti radi, to ne bi trebalo biti prije od 90 dana nakon ugradnje betona. Do tada betonsku kolničku površinu treba održavati samo čišćenjem snijega i sipinom.

7-02.7 KONTROLA I POTVRĐIVANJE SUKLADNOSTI IZVEDENIH RADOVA

Sukladnost kakvoće betona ugrađenog u betonski kolnik potvrđuje se potvrdom sukladnosti kakvoće proizvedenog betona (u svemu prema poglavlju 7-00.1 ove knjige Tehničkih uvjeta) i rezultatima ispitivanja tlačne čvrstoće i otpornosti na smrzavanje i soli za odmrzavanje uzoraka izbušenih iz izvedenog kolnika.

Uzorci za ispitivanje vade se pri starosti betona 60 dana i ispituju pri starosti betona 90 dana. Uzorci promjera 15 cm buše se kroz cijelu kolničku konstrukciju i na njima mjeri i ispituje:

- debljina kolničke ploče,
- gustoća betona,
- tlačna čvrstoća betona,
- otpornost površinskog sloja betona na smrzavanje i soli za odmrzavanje.

Buši se po jedan uzorak na svakih 250 m izvedene trake između dvije uzdužne razdjelnice. Otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje ispituje se na gornjem dijelu uzorka a tlačna čvrstoća na unutarnjem dijelu uzorka visine 15 cm.

Ispitivanja se izvode prema hrvatskim normama navedenim u potpoglavlju 7-04 ove knjige Tehničkih uvjeta. Rezultati moraju zadovoljavati uvjete propisane ovom knjigom Tehničkih uvjeta pri 28-dnevnoj starosti.

Ova ispitivanja treba na zahtjev i o trošku izvođača ispitivati i ocjenjivati ovlaštena neutralna institucija.

7-02.8 OBRAČUN RADOVA

Količine izvedenog betonskog kolnika utvrđuju se prema projektu i stvarno izvedenim površinama u četvornim metrima i obračunavaju po ugovorenim jediničnim cijenama, koje trebaju obuhvaćati sve troškove nabave sastavnih i ugrađenih materijala, proizvodnje betona, betoniranja, njegovanja i zaštite, izrade i zapunjavanja razdjelnica i svega ostalog što je potrebno za potpuno dovršenje radova prema projektu i ovim Tehničkim uvjetima. Slojevi ispod betonskog kolnika mjere se i obračunavaju prema uvjetima iz knjige I Tehničkih uvjeta.

7-03 ODRŽAVANJE I POPRAVCI BETONSKIH GRAĐEVINA

7-03.1 OPĆENITO

Betonske i armiranobetonske konstrukcije treba održavati u stanju projektom predviđene sigurnosti i funkcionalnosti. Ako se pojave oštećenja, moraju se odmah poduzeti mjere zaštite, uključujući i mjere popravka i rekonstrukcije ako to stabilnost i sigurnost zahtijevaju.

7-03.2 PROMATRANJE GRAĐEVINA I EVIDENTIRANJE STANJA

Projektom konstrukcije treba izraditi program održavanja betonskih i armirano betonskih konstrukcija uvjetujući redovite kontrolne preglede najviše nakon:

- 1 godine za betonske kolničke površine i elemente u neposrednom dodiru sa solima za odmrzavanje,
- 2 godine za mostove,
- 5 godina za prateće građevine,
- svake prirodne nepogode, iznimno velikih voda kod građevina koje su s njima u dodiru.

Detaljnim vizualnim pregledom uočavaju se, klasiraju i upisuju (u odgovarajuće knjige evidencije stanja konstrukcije) vidljive neispravnosti, posebno one koje utječu na stabilnost, sigurnost i funkcionalnost konstrukcije (deformacije, pukotine, ljuštenje i sl.).

Ako se vizualno utvrdi da takvih neispravnosti ima, ili ako su već prije uočene, a pri konkretnom se pregledu utvrdi pogoršanje stanja, treba obaviti kontrolu progiba glavnih nosivih elemenata.

Projektnim programom obveznog održavanja betonskih konstrukcija u stanju projektirane stabilnosti, sigurnosti i funkcionalnosti treba utvrditi glavne nosive elemente konstrukcije, u njih ugraditi mjerne repere i napraviti nulto očitanje stanja tih progiba prema kojima se uspoređuju eventualna kasnija mjerenja i prema tome procjenjuje stanje konstrukcije.

Pri kontrolnim pregledima betonskih konstrukcija koje se u tijeku uporabe nalaze u okolini klasa agresivnosti XD2 i XD3, XS2 i XS3 i XA2 i XA3 treba ispitati i stanje zaštitnog sloja betona s obzirom na prodor agresivnih tvari iz okoline i stanje same armature (korozijski aktivno ili pasivno).

Način pregledavanja konstrukcije, uočavanja, upisivanja i ocjenjivanja neispravnosti i na osnovi toga ocjenjivanja stanja i planiranja potrebnih daljnjih mjera ispravnog održavanja treba utvrditi projektom konstrukcije ili pravilnikom njezina vlasnika, ovisno o vrsti i osjetljivosti konstrukcije. Uočavanje, utvrđivanje i sanaciju oštećenja na prometnim građevinama treba provoditi sustavno, temeljito i visokostručno.

Najopćenitije, uzroci oštećenja betona prometnih građevina mogu biti:

- fizikalni,
- kemijski,
- biološki.

Svi su veoma brojni, često povezani i uzajamni, bez jasnih razgraničenja vrste, načina djelovanja i utjecajnog udjela u degradaciji i razaranju betona.

Najčešći fizikalni i fizikalno-kemijski uzroci oštećenosti betona i armature prometnih građevina jesu:

- smrzavanje i odmrzavanje,
- smrzavanje i odmrzavanje uz istodobno djelovanje soli za odmrzavanje,
- korozija armature uzrokovana karbonatizacijom površinskog sloja betona ili prodorom klorida u taj sloj.

Uzroci i oblici kemijske korozije betona općenito su najbrojniji. Najčešći su:

- otapanje vapnenih sastojaka mekim vodama,
- razaranje pojedinih sastojaka betona kiselim vodama ili tlima,
- sulfatna korozija,
- korozija štetnih organskih primjesa u industrijskim otpadnim vodama.

Biološku koroziju betona uzrokuju različiti bioorganizmi (pojedine vrste spužava i školjkaša u moru, pojedine vrste alga i mahovine u vlažnim tlima i pojedini mikroorganizmi u otpadnim vodama različitih prehrambenih industrija).

Najopasnija i najčešća oštećenja betona prometnih građevina su ljuštenje betona djelovanjem smrzavanja i soli za odmrzavanje te korozija armature stimulirana i ubrzana prisutnošću klorida iz mora ili iz soli za odmrzavanje.

Uzroke oštećenja prikupljanjem podataka iz povijesti izvedbe i uporabe građevine, posebno analizom uvjeta uporabe i agresivnog djelovanja okoline i ispitivanjem stanja betona zahvaćenog korozijom trebaju utvrditi iskusni stručnjaci ovlaštene institucije, registrirane za djelatnost kontrole i certificiranja kakvoće sastojaka betona i betona. Taj složeni postupak utvrđivanja neispravnosti i ocjenjivanja stanja betona i armature prometnih građevina treba načelno sadržavati faze i radnje prikazane slikom 7-03.3-1. Istraživanje stanja betona i armature te prijedlog sanacije treba uskladiti s vrstom (i uzrokom) oštećenja.

7-03.3 OPTIMALNI UVJETI SANACIJE NEISPRAVNOSTI

Radove sanacije i zaštite betona treba projektirati i izvoditi tako da u pravilu osiguraju konstrukciji najmanje 50 godina daljnjeg uporabnog vijeka. Rekonstruiranim dijelovima bi taj vijek trebao biti 75 godina.

7-03.3.1 Priprema podloge

Oštećene i zagađene dijelove betona treba odstraniti do dovoljno čvrstih i zdravih slojeva, čiju kvalitetu ovisno o projektiranoj kakvoći betona, vrsti konstrukcije, uvjetima uporabe, očekivanom postupku sanacije, treba utvrditi ispitivanjem:

- tlačne čvrstoće,
- čvrstoće kidanjem,
- geometrije pukotina,
- pH-vrijednosti,
- dubine karbonatizacije,
- koncentracije agresivnih tvari iz okoline,
- stanja armature.

Kriteriji dovoljne kakvoće podložnog betona dani su za pojedine vrste oštećenja i postupke sanacije u posebnim uvjetima popravaka karakterističnih oštećenja.

Slika 7-03.3-1 Osnovne faze utvrđivanja stanja i projektiranja sanacije neispravnosti (oštećenja)

S površine betona treba prije izvedbe odabranog načina sanacije ili zaštite odstraniti sve dijelove kojih je kakvoća ispod projektom zahtjevanih vrijednosti, sva labava i napukla zrna krupnog agregata na zdravoj površini betona, sve napukle dijelove cementnog kamena, što su ga možda oštetili drugi postupci pripreme površine za sanaciju, i općenito cjelokupni površinski sloj cementnog kamena debljine 3 do 5 mm, koji je uvijek najviše oslabljen.

Predviđeni način pripreme i čišćenja površine (pjeskarenjem ili vodom pod visokim tlakom) treba uskladiti s predviđenim načinom sanacije i prilagoditi ga tako da odabranim i prethodno potvrđenim parametrima (vrstom abrazivnog materijala, položajem mlaznice, tlakom i trajanjem djelovanja) daje upravo propisane učinke (odstranjuje površinski sloj betona potrebne debljine i sav beton kakvoće slabije od propisane).

Stanje vlage površinskog sloja betona mora biti prethodno utvrđeno i dotjerano na toleranciju koju uvjetuje predložena i odabrana tehnologija sanacije ili zaštite betona (mlaznim betonom, polimercementnim ili polimernim mortom, impregnacijom i sl.).

Otkrivene dijelove armature, ankera, instalacija i sličnih materijala treba dobro očistiti i na primjeran način učvrstiti i pripremiti za ispravno nanošenje sanacijskog materijala i za pouzdano osiguranje propisane ispravnosti veze između tih materijala. S otkrivene armature treba pjeskarenjem odstraniti prljavštinu i mogući površinski sloj prašinaste korozije te je dotjerati do stanja uvjetovanog projektom (najčešće Sa 2 i 1/2 prema švedskoj normi SIS 055900). Dijelove armature zahvaćene takozvanom ljuskastom korozijom, koja joj presjek oslabljuje za više od 5 %, treba zamijeniti zdravim šipkama, ali tako da se spoj varenjem izvodi najmanje 25 mm iza krajeva korodiranog dijela armature (na zdravim dijelovima šipki). Ako je armaturu već zahvatila korozija ili ako je u betonu koji je zasićen agresivnim tvarima koje će poticati koroziju, treba je potpuno osloboditi i očistiti od starog betona do 1,5 cm iza armature.

7-03.3.2 Osnovni postupci sanacije

Mlazni mort i beton

Beton načelno treba sanirati mlaznim mortom i mlaznim betonom na većim oštećenim površinama lokalnih ili opsežnijih rekonstrukcija zaštitnog sloja betona. Pri sanacijskim ojačanjima konstrukcijskog elementa kod kojih se traže što bolja mehanička svojstva mlaznog morta ili betona (prionljivost, čvrstoća i modul elastičnosti), što bliža svojstvima osnovnog betona, prednost treba dati suhom postupku nanošenja, a kod njegove samo zaštitne funkcije mokrom postupku, kad se rabi prethodno preciznije pripremljena smjesa i može se u slučaju uporabe u uvjetima djelovanja smrzavanja i penetracije klorida aerirati, što je nužno za otpornost na tu agresiju.

Najmanja tlačna čvrstoća mlaznog morta nanesenog suhim postupkom treba u pravilu biti 40 N/mm^2, a mokrim 35 N/mm^2.

Kod sanacijskih slojeva većih debljina treba mlazni mort nanositi u dva sloja (kao osnovni sloj s većim maksimalnim zrnom pijeska i završni sloj s finijom frakcijom pijeska). Osnovni sloj treba nanositi odjednom u debljini ovisnoj o konkretnom mjestu i projektnom rješenju. Treba ga nakon izvedbe pažljivim rezanjem površinski izravnati i na tako pripremljeni i još neočvrsli sloj nanijeti sloj površinske zaštite pripremljen s dodacima za povećanje prionljivosti i nepropusnosti (silicijskom prašinom, polimernim emulzijama i sl.). Poželjno ga je mikroarmirati s polipropilenskim vlaknima radi sprečavanja pojave pukotina od skupljanja.

Suhe sastojke mlaznog morta treba dozirati težinski, s optimalnom vlagom 2 do 5 % i suhu smjesu ugraditi u roku od 90 minuta pri vanjskoj temperaturi ispod 25°C, a u roku od 60 minuta pri višoj vanjskoj temperaturi. Smjesu mlaznog morta treba tijekom prijevoza zaštititi od izravne insolacije, vjetra i oborina.

Izvedbu i zaštitu izvedenih površina mlaznog betona treba provoditi prema uvjetima iz potpoglavlja 7-01.4.5 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Precizne uvjete kvalitete, kontrole kvalitete i potvrđivanja sukladnosti mlaznog morta i betona treba ovisno o namjeni utvrditi projektom sanacije konstrukcije u skladu s potpoglavljima 7-00.1 i 7-00.2 i potpoglavljem 7-01.4.5 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Izvedeni sanacijski radovi se mjere u četvornim metrima izvedenih površina određene debljine sloja i obračunavaju prema ugovorenim jediničnim cijenama u koje je uključen sav materijal, rad na pripremi podloge i izvedbi sanacije i zaštite, prijevoz i sve ostalo što je potrebno za potpuno dovršenje radova.

Polimercementni sustavi

Najrasprostranjeniji, najraznovrsniji i najviše primjenjivani sustavi sanacije i zaštite betona jesu polimercementni (s cementom kao osnovnim vezivom i s polimernim dodacima za poboljšanje prionljivosti, nepropusnosti i žilavosti sanacijskog sloja). Ovisno o licenciranoj tehnologiji pojedinih ponuditelja, izvode se u nekoliko slojeva ili faza rada.

Rekonstrukcije cjelokupnog zaštitnog sloja betona i na lokalnim i na većim površinama treba obično izvoditi u osnovnom sloju iz polimercementnog morta ili mikrobetona s najvećim zrnom agregata prilagođenim debljini zaštitnog sloja. Najveće zrno ne smije biti veće od 1/3 debljine sloja.

Za poboljšanje veze sanacijskog morta i betonske podloge uobičajeno se preporučuju fini vezni mortovi izrađeni s finijom granulacijom pijeska i pojačanim doziranjem polimernih dodataka. Mnogo učinkovitije je u tom smislu dodatak silicijske prašine u vezni mort (5 do 10 % na masu cementa), koja bitno homogenizira i ojačava tranzicijsku zonu. Vezni mort treba pažljivo utrljati u sve površinske pore betona i slijedeći sloj nanijeti prije početka vezanja cementa u veznom sloju.

Završne polimercementne premaze za poboljšanje nepropusnosti zaštite treba izvoditi u debljini do 5 mm s najvećim zrnom pijeska 2 mm. U agresivnim prilikama uporabe prednost treba dati trajnoplastičnim polimernim premazima debljine najmanje 1 mm, koji u uporabi premošćivaju i brtve pukotine otvora do 1 mm.

Izvedenu zaštitu i u cjelini i po fazama treba najmanje 7 dana vlažno njegovati ili djelotvornim kemijskim sredstvima spriječiti evaporaciju vlage.

Kontrolu kvalitete i potvrđivanje sukladnosti materijala i izvedbe radova, kao i kontrolu polimercementnih sustava treba provoditi prethodnom provjerom deklariranih i projektom uvjetovanih svojstava sustava, provjerom osnovnih parametara sastava i svojstava sastavnih materijala te provjerom sukladnosti izvedenih radova s uvjetima projekta.

Izvedeni radovi se mjere u četvornim metrima izvedene sanacije i zaštite betona te obračunavaju po ugovorenim jediničnim cijenama, uključujući sav materijal, rad, prijevoz i sve ostalo potrebno za potpuno dovršenje rada.

Polimerni sustavi

Polimerni sustavi zaštite (na osnovi polimernih smola različitih vrsta) javljaju se na tržištu u mnogo različitih oblika i modifikacija, koje nije moguće u okviru opsega i namjene ovih Tehničkih uvjeta precizno ni opisati ni uvjetovati. Primjenjuju se i nanose na beton kao premazi boja u tankim slojevima ili kao polimerni mortovi s dodatkom pijeska kao punila u debljini do 5 cm.

Prednost im treba dati u uvjetima izrazito agresivnog djelovanja okoline na beton. Treba voditi računa o tome da se u kloridno agresivnoj okolini primjenjuju polimerna veziva bez otapala, jer otapala nakon evaporacije ostavljaju porozan sloj zaštite propustan za kloride.

Načelno ih kao i polimercementne sustave treba nanositi troslojno, i to kao:

- penetracijski (vezni) sloj,
- osnovni sloj, i
- završni premaz.

Ponuđeni sustav treba potpuno prilagoditi konstrukcijskom elementu i uvjetima njegove uporabe, i to:

- utvrđenom stanju betona,
- kolebanju temperature (dnevnom i godišnjem),
- vlažnosti betona i okoline,
- razdoblju i intenzitetu insolacije,
- intenzitetu i varijaciji smrzavanja i odmrzavanja,
- kemijskom djelovanju okoline,
- abrazivnom i kavitacijskom djelovanju vode.

Vlažnost podloge na koju se nanosi polimerna zaštita treba prilagoditi uvjetima odabranog polimernog sustava (njegovoj osjetljivosti prema vlazi i apsorpciji). Vlažnost podloge za sustave s organskim otapalima ne smije biti iznad 4 %, a kad su u pitanju sustavi na osnovi vodenih otopina i emulzija, treba s površine ukloniti samo slobodnu vodu.

Izvedeni premaz treba njegovati i štititi prema uvjetima proizvođačevih specifikacija.

Penetracijski sloj bi načelno trebao penetrirati u beton 3 do 5 mm.

Kontrolu kvalitete i potvrđivane sukladnosti s uvjetima proizvođačevih specifikacija, važećih normi i uvjetima projekta te mjerenje i obračun radova treba najčešće provoditi na isti način kao i kod polimercementnih sustava.

Impregnacija

Pod impregnacijama treba razumijevati tehnologiju poboljšanja kvalitete (gustoće i nepropusnosti) površinskih slojeva betona penetracijom u strukturu betona hidrofobnih fluida silikona, silana, siloksana, monomernih sustava silikonskih smola ili monomernih sustava metilmetakrilatnih smola. Budući da su ti sustavi još uvijek u fazi istraživanja i manje ili više u fazi eksperimentalne primjene, nužan je oprez i pri projektiranju i pri njihovoj primjeni. Osobito to vrijedi za prvu skupinu (silikonsku, silansku i siloksansku) koja je ispirljiva, a posljednje dvije se za sada primjenjuju samo na dobro osušenim horizontalnim površinama. Međutim treba napomenuti da velik broj novijih stručnih i

znanstvenih radova silansku ili siloksansku impregnaciju betona preporučuje kao najdjelotvorniju i najtrajniju zaštitu od kemijske i fizikalno kemijske korozije betona.

Ispravnost uporabe takvih sredstava, koja se tek potvrđuju u praksi, treba s posebnom pozornošću ispitivati i u svakom konkretnom slučaju njihovu uporabu prilagođavati konkretnim uvjetima. Prethodnom i izvedbenom kontrolom treba potvrditi njihovu sukladnost s deklariranim svojstvima i projektnim uvjetima.

7-03.3.3 Posebni uvjeti popravka karakterističnih oštećenja

Korozija armature

Korozija armature najčešći je, najsloženiji i najopasniji oblik korozije armiranog betona. Za uspješno rješenje takvog problema treba najprije utvrditi:

- pH stanje,
- dubinu karbonatizacije,
- količine penetracije po dubini agresivne tvari iz okoline, koja potiče koroziju armature te stanje same armature.

Sanaciju treba provoditi zamjenom karbonatiziranog ili agresivnim tvarima zagađenog sloja betona (u koncentraciji većoj od dopuštene). Rekonstruirani sloj treba dimenzionirati (utvrditi mu debljinu i nepropusnost) na uvjetovanu trajnost.

Pukotine

Pukotinska oštećenja treba i u agresivnoj i u neagresivnoj okolini posebno rješavati. Najprije treba utvrditi uzroke nastanka, koji mogu biti:

- plastično i rano skupljanje betona,
- skupljanje betona sušenjem i karbonatizacijom (kasnije),
- temeperaturni gradijenti tijekom očvršćivanja,
- temperaturne promjene tijekom uporabe,
- statičko opterećenje,
- dinamičko opterećenje.

Nakon toga treba utvrditi geometriju pukotina (dubinu, dužinu i širinu otvora pukotine) i sanacijsko rješenje prilagoditi širini otvora i agresivnosti okoline. U kemijski agresivnim uvjetima treba sanirati sve pukotine otvora iznad 0,1 mm, a u uvjetima kloridne stimulacije korozije armature sve pukotine (i otvora manjeg od 0,1 mm) barem premazati trajnoplastičnim polimercementnim premazom ili impregnirati silanima. Pukotine otvora iznad 0,3 mm treba sanirati u svim uvjetima i na svim konstrukcijama.

Pukotine koje "ne rade" treba sanirati injektiranjem epoksidnim smolama, a pukotine koje "rade" (dilatacijske, od promjenljivog opterećenja, i dr.) trajnoplastičnim kitom. U posebno osjetljivim slučajevima pukotine treba i injektirati (krtim ili trajnoplastičnim sredstvom) i kitati na površini.

Oštećenja betona smrzavanjem

Beton dubinski oštećen smrzavanjem treba u potpunosti zamijeniti novim, a beton oštećen površinskim ljuštenjem treba odstraniti do zdravih i čvrstih slojeva.

- otpornosti na kidanje veće od 1,5 N/mm^2,
- otpornosti na smrzavanje u najmanje 50 ciklusa (prema HRN U.M1.016) ako nakon sanacije nije zasićen vlagom,
- otpornosti u najmanje 100 ciklusa ako je nakon sanacije zasićen vlagom.

Primijenjeni sustav zaštite treba u svakom slučaju imati prionljivost na podložni beton najmanje 1,5 N/mm^2 i otpornost na smrzavanje u najmanje 100 ciklusa.

Oštećenja betona smrzavanjem i solima za odmrzavanje

Oštećeni površinski sloj betona treba odstraniti do kriterija otpornosti preostalog betona iz prethodnog slučaja.

Primijenjeni sustav zaštite mora biti hidrofobiziran i otporan na smrzavanje i soli za odmrzavanje u najmanje 50 ciklusa djelovanja smrzavanja i soli za odmrzavanje prema HRN U M1.055.

Abrazijska oštećenja betona

Abrazijska oštećenja betona uglavnom su površinskog karaktera. Oštećuje se i odnosi uglavnom površinski sloj betona, a preostali uglavnom ne (dok erozija ne dopre do njega).

Sanacijske sustave treba nanositi na takvo prirodno stanje preostalog betona grubo poravnane površine i rubova okomito zasječenih na smjer abrazivnog djelovanja do dubine prilagođene vrsti i debljini primijenjenog sanacijskog sustava, odnosno prilagođene mogućnostima njegove ugradnje i nužnog površinskog izravnanja na propisanu ravnost i glatkoću.

Sanacijski sustav treba imati potvrđenu otpornost prema konkretnoj vrsti i jačini erozijskog djelovanja. Najčešće se izvodi s mikroarmiranim sitnozrnatim betonom visoke prionljivosti i općenito visoke kvalitete, koja se postiže mikroarmiranjem i dodacima superplastifikatora i silicijske prašine.

Korozija betona

Problemi utvrđivanja stanja korozijom oštećenog betona i rješavanje sanacije takvih oštećenja vrlo su složeni. Treba najprije otkriti vrstu agresivnosti, način djelovanja, stupanj (koncentraciju) penetracije agresivnih tvari po dubini i fizikalno mehaničko stanje samog betona (korozijom oštećenog i neoštećenog).

Zagađeni dio betona treba odstraniti do razine prihvatljive (dopustive) koncentracije agresivne tvari i do projektom sanacije uvjetovanog fizikalno - mehaničkog stanja betona.

Sanacijski sustav, najčešće polimerni ili polimercementni, treba biti potvrđeno otporan prema utvrđenoj vrsti kemijski agresivnog djelovanja, dovoljno nepropustan, mehanički čvrst i prionljiv uz podložni beton.

7-04 NORME I TEHNIČKI PROPISI

Pregled općih i posebnih propisa važećih u području građenja cesta i autocesta dat je knjigom I ovih Tehničkih uvjeta. Ovdje su navedene samo norme važeće u području građenja betonom, na koje se ova knjiga Tehničkih uvjeta u tekstu poziva.

ENV 1992	Eurokod 2 - Projektiranje betonskih konstrukcija
ENV 1994	Eurokod 4 - Projektiranje spregnutih konstrukcija
ENV 1998	Eurokod 8 - Projektiranje seizmički otpornih konstrukcija
EN 206	Uvjeti, svojstva, proizvodnja i potvrđivanje sukladnosti
ENV 13670	Izvedba betonskih konstrukcija
HRN EN 1504	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija
EN 196	Methods of testing cement - Chemical analysis of cement
EN 197	Cement-Composition, specifications and conformity criteria for common cements
EN 12620	Aggregates for concrete
EN 13055	Lightweight aggregates
EN 933	Tests for geometrical properties of aggregates
EN 1097	Tests for mechanical and physical properties of aggregates
HRN EN 1008	Mixing water for concrete
EN 10080	Steel for the reinforcement of concrete
EN 10138	Steel for the prestressing of concrete
EN 523	Steel strip sheathes for prestressing tendons
HRN EN 934	Adnixtures for concrete, mortar and grout
HRN EN 450	Fly ash for concrete
HRN EN 13263	Silic fume for concrete
HRN EN 446	Grout for prestressing tendons-Grouting procedures
HRN EN 447	Grout for prestressing tendons-Specification for common grout
EN 206	Concrete: Specification, properties, production and conformity
ENV 13670	Execution of concrete structures
HRN EN 12350	Ispitivanje svježeg betona
HRN EN 12390	Ispitivanje očvrslog betona
HRN U.M1.016	Beton – ispitivanje otpornosti betona na smrzavanje
HRN U.M1.055	Beton – ispitivanje otpornosti površine betona na djelovanje mraza i soli za odmrzavanje
HRN U.M1.048	Naknadno utvrđivanje tlačne čvrstoće ugrađenog betona
DIN 18191:1980	Woven glass fabric as inlay bituminuos sheeting
DIN 18192:1985	Bonded polyester fleece used as an inlay for bitumen and polymer bitumen sheeting; concept, designation, requirements, testing
DIN 1996, T 17:1990	Testing of asphalt; determination of dimensional stability when heated
DIN 1996, T 18:1989	Testing of asphalt; Herrmann falling ball test
DIN 1996-16:1975	Testing of bituminous materials for road building and related purposes; Determination of segregation tendency
DIN 51451:1988	Testing of petroleum products and related products: analysis by infrared spectrometry; general working principles
DIN 51755:1974	Testing of mineral oils and other combustible liquids; Determination of flasf point by the closed tester according to Abel-Pensky
DIN 52005:1980	Testing of bituminuos binders; determination of ash

DIN 52123:1985	Testing of bitumen and polymer bitumen sheeting and felts
DIN 52141:1980	Glass fibre fleece as layer for roof and water-proof sheeting; definition, designation, requirements
DIN 52142:1978	Glass fibre mat as carrier material for roll roofing and waterproofing; test procedures
DIN 53150:1995	Paints and varnishes-Determination of the drying stage of coatings
DIN 53215:1998	Bitumen and bituminous binders – Determination of the non-volatile matter content of bituminous coating materials
EN 12697-1:2000	Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 1: Soluble binder content
EN 932-1:1996	Tests for general propertis of aggregates-Part 1: Methods for sampling
EN 932-2:1999	Tests for general propertis of aggregates-Part 2: Methods for reducing laboratory samples
EN 933-1:1997	Tests for geometrical propertis of aggregates-Part 1: Determination of particle size distribution-Sieving method
EN ISO 2811-1:2001	Paints and varnishes-Determination of density-Part 1: Pyknometer method
EN ISO 3219:1994	Plastics-Polymers/resins in the liquid state or as emulsions or dispersions-Determination of vscosity using a rotational viscometer with defined shear rate
EN ISO 3451-1:1997	Plastics-Determination of ash-Part 1: General methods
HRN B.B0.001:1984	Prirodni kamen. Uzimanje uzoraka kamena i kamenih agregata
HRN B.B8.029:1982	Kameni agregat. Određivanje granulometrijskog sastava metodom suhog sijanja
HRN EN 12593:2002	Bitumen and bituminous binders – Determination of the Fraass breaking point
HRN EN 1427:2002	Bitumen and bituminous binders – Determination of softening point – Ring and Ball method
HRN EN 1462:2002	Bitumen and bituminous binders – Determination of needle penetration
HRN EN 1849-1:2002	Flexible sheets for waterproofing – Determination of length, width and straightness Part 1: Bitumen sheets for roof waterproofing
HRN EN ISO 2431:1999	Paints and varnishes – Determination of flow time by use of flow cups
HRN U. C4.018	Ispitivanje otpora klizanju habajućeg sloja kolničkih konstrukcija. Metode mjerenja
HRN U.M3.095:1964	Mase za zalijevanje sastavaka na kolnicima
HRN U.M8.102:1967	Ugljikovodične mješavine za kolnike. Određivanje granulometrijskog sastava mineralne mješavine
HRN U.M8.104:1967	Ugljikovodične mješavine za kolnike. Ispitivanje dubine utiskivanja
HRN U.M8.105:1984	Ugljikovodične mješavine za kolnike. Ispitivanje udjela bitumena indirektnom metodom
prEN 12697-2:1998	Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 2: Particle size distribution
prEN 12697-20:1999	Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 20: Indentation using cube or Marshall specimens
prEN 13880-2:2000	Hot applied joint sealants – Tests methods-Part 2: Determination of cone penetration at 25 °C
prEN 13880-4:2000	Hot applied joint sealants – Tests methods-Part 4: Determination of heat resistance – Change in penetration

	value
RVS 15.361:1978	Brückenabdichtungen, Abdichtunge mit bitumenbeschichten Bahnen Teil B: Prüfbestimmungen
TL BitFug 82	Technische Lieferbedingungen für bituminöse Fugenvergußmassen, VGS Verlag GmbH, Köln, 1982
TP-BEL-B Teil 1:1999	Technische Prüfvorschriften für Brückenbeläge auf Beton mit Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweißbahn nach ZTV-BEL-B Teil 1, FGSV, Köln
TP-BEL-EP:1999	Technische Prüfvorschriften für Reaktionsharze für Grundierungen, Versiegelungen und Kratzspachtelungen unter Asphaltbelägen auf Beton, FGSV, Köln
ZTV-SIB-90	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen,
EN ISO 1461	Vruće pocinčane prevlake na željeznim i čeličnim predmetima - Specifikacije i metode ispitivanja
ASTM 123	Standard specification for zinc (hot dip galvanized), Coatings on iron and steel products
HRN C.A6.021	Ispitivanje mase cinka na pocinčanim čeličnim i željeznim predmetima
HRN C.A6.030	Nemagnetske prevlake na magnetskim podlogama određivanja debljine prevlake. Magnetska metoda
HRN C.020	Ispitivanje ravnomjernosti pocinčane prevlake bakrenim sulfatom, na željeznim i čeličnim predmetima
HRN C.C1.100	Metalurški aluminij, kemijski sastav
HRN C.T7.302	Stupnjevi razvoja korozije na površinama zaštićenim premazanim sredstvima.
HRN H.C8.030	Boje, lakovi, njima slični proizvodi i njihove sirovine, uzimanje uzoraka sirovina za boje i lakove
HRN H.C8.050	Metode ispitivanja premazanim sredstvima za željeznička vozila i čelične konstrukcije
HRN H.C8.059	Boje i lakovi – Određivanje stupnja prijanjanja premaza (metoda zasjecanja filma)